



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR -TE 091599**

**KONSTRUKSI DIAGRAM LADDER DENGAN METODE  
SEQUENCE CHARTS UNTUK SELEKSI DAN PERAKITAN  
PART PADA PLANT DUAL CONVEYOR**

Rizaldi Prakoso  
NRP 2215105032

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Mochammad Rameli  
Eka Iskandar, ST. MT

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

*FINAL PROJECT -TE 091599*

***CONSTRUCTION of LADDER DIAGRAM USING  
SEQUENCE CHARTS METHOD for PART SELECTION  
and ASSEMBLY on DUAL CONVEYOR PLANT***

Rizaldi Prakoso  
NRP 2215105032

Supervisor  
Dr. Ir. Mochammad Rameli  
Eka Iskandar, ST. MT

*ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Electrical Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017*



## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Konstruksi Diagram Ladder dengan Metode Sequence Charts untuk Seleksi dan Perakitan Part pada Plant Dual Conveyor**” adalah merupakan hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2017

Rizaldi Prakoso  
NRP 2215 105 032

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

**KONSTRUKSI DIAGRAM LADDER DENGAN METODE  
SEQUENCE CHART UNTUK SELEKSI DAN PERAKITAN  
PART PADA PLANT DUAL CONVEYOR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan  
Departemen Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Mochammad Rameli**  
**NIP. 19541212 1981031002**

**Dosen Pembimbing II**



**Eka Iskandar, ST., MT.**  
**NIP. 198005282008121001**



*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*



# KONSTRUKSI DIAGRAM *LADDER* DENGAN METODE *SEQUENCE CHART* UNTUK SELEKSI DAN PERAKITAN PART PADA *PLANT DUAL CONVEYOR*

Nama : Rizaldi Prakoso

Pembimbing I : Dr. Ir. Mochammad Rameli

Pembimbing II : Eka Iskandar, ST. MT

## ABSTRAK

*Conveyor* merupakan komponen yang penting pada industri yaitu berfungsi untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. *Conveyor* digunakan di industri untuk transportasi barang dalam jumlah besar dan berkelanjutan. *Conveyor* yang sering digunakan di industri adalah jenis *belt*. Untuk menjalankan *conveyor* diperlukan sebuah kontroler sebagai pengendali sistem secara otomatis. kontroler yang umum digunakan di industri adalah PLC (*programmable logic control*), dikarenakan tahan untuk penggunaan dalam jangka waktu yang lama dan dapat beroperasi dengan cepat. PLC dapat bekerja secara otomatis jika terdapat program didalamnya. *Ladder* diagram merupakan salah satu jenis pemrograman pada PLC yang memanfaatkan diagram listrik untuk membuat programnya. Umumnya saat melakukan pemrograman *ladder* diagram, dibuat dengan logika sang pembuat program, sehingga jika bukan sang pembuat program maka sulit untuk melakukan pengembangan ataupun tracking kesalahan pada program yang telah dibuat, sehingga diperlukannya sebuah metode pemrograman untuk membuat *ladder* diagram. Metode *Sequence Chart* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan pemrograman *ladder* diagram. Metode ini merupakan metode untuk membuat program secara bertahap dari awal hingga akhir dengan memanfaatkan hubungan antara input dan output. Sehingga mempermudah pembuatan dan tracking kesalahan dalam pembuatan *ladder* diagram.

**Kata Kunci :** *Conveyor*, PLC, *Ladder Diagram*, *Sequence Chart*

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

**CONSTRUCTION OF LADDER DIAGRAM USING  
SEQUENCE CHARTS METHOD FOR PART SELECTION  
AND ASSEMBLY ON DUAL CONVEYOR PLANT**

**Nama : Rizaldi Prakoso**  
**Supervisory I : Dr. Ir. Mochammad Rameli**  
**Supervisory II : Eka Iskandar, ST. MT**

**ABSTRACT**

*Conveyor is an important component in the industry that serves to move goods from one place to another. Conveyors are used in industry for large and sustainable transport of goods. Conveyors are often used in industry is a type of belt. To run the conveyor required a controller as a system controller automatically. Controllers commonly used in the industry is PLC (programmable logic control), because it is resistant to use in the long term and can operate quickly. PLC can work automatically if there is a program in it. Ladder diagram is one type of programming on the PLC that utilizes electrical diagrams to create the program. Generally when doing ladder programming diagram, made with the logic of the program maker, so if not the program maker then it is difficult to do the development or tracking errors on the program that has been made, so the need of a programming method to create ladder diagram. Sequence Chart method is one of the method used to do ladder programming diagram. This method is a method to make the program gradually from start to finish by utilizing the relationship between input and output. So that facilitate the manufacture and tracking error in making ladder diagram.*

**Keywords :** Conveyor, PLC, Ladder Diagram, Sequence Chart

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “**Konstruksi Diagram Ladder dengan Metode Sequence Chart untuk Seleksi dan Perakitan Part pada Plant Dual Conveyor**” tugas akhir ini juga merupakan salah satu syarat kelulusan dalam memenuhi kurikulum Sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis juga berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya karya tulis ini yang juga dijadikan sebagai tugas akhir penulis. Oleh karena itu, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Mochamad Rameli sebagai pembimbing pertama dan Eka Iskandar sebagai pembimbing kedua yang telah membantu memberikan solusi dalam menyelesaikan berbagai hal pada proyek akhir ini.
2. Seluruh Dosen dan Staf pengajar, selama proses perkuliahan di jurusan Teknik Elektronika Khususnya Program Studi Teknik Sistem Pengaturan.
3. Kedua orang tua, serta keluarga penulis yang terus memberikan dukungan doa dan semangat untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Rekan-rekan seluruh angkatan, terutama mahasiswa Lintas Jalur Sistem Pengaturan ITS 2015..
5. Pihak lain yang ikut membantu penulis tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu.

Semoga seluruh kebaikan dan dorongannya mendapat balasan dan menjadikan ikatan silaturahmi diantara kita tetap terjalin erat, Aamiin.

Surabaya, Juli 2017

Rizaldi Prakoso  
NRP 2215 105 032

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABLE.....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Metodologi.....	2
1.5 Sistematika.....	3
1.6 Relevansi Atau Manfaat.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Dual Conveyor .....	5
2.1.1 Dispenser.....	7
2.1.2 Sensor <i>Opto-Detector</i> .....	9
2.1.3 Sensor Induktif.....	10
2.1.4 Sensor Pengukur Ketebalan .....	11
2.1.5 <i>Belt</i> Conveyor.....	12
2.2 Programmable Logic Control.....	13
2.2.1 Bagian-bagian PLC .....	13
2.2.1.1 Power Supply .....	13
2.2.1.2 CPU .....	14
2.2.1.3 Modul Input/Output .....	14
2.2.2 Pemrograman PLC .....	14
2.2.2.1 Ladder Diagram .....	14
2.2.2.2 Sequential Function Chart .....	15
2.2.2.3 Structure Text .....	16
2.2.2.4 Statement List .....	16
2.2.2.5 Function Block Diagram.....	16
2.2.3 Pengkabelan pada PLC.....	16
2.2.3.1 Sinking.....	17
2.2.3.2 Sourcing.....	17
2.3 Metode <i>Sequence Chart</i> untuk Pemrograman <i>Ladder</i> ...	17

2.3.1	<i>Sequence Chart</i> .....	18
2.3.2	<i>Switching Function</i> .....	19
2.3.3	Pembuatan Ladder dengan Metode <i>Sequence Chart</i> .....	21
<b>BAB 3 PERANCANGAN SISTEM</b> .....		<b>23</b>
3.1	Cara Kerja <i>Plant</i> .....	23
3.1.1	Sensor dan Aktuator .....	24
3.1.1.1	Tombol Start dan Stop .....	24
3.1.1.2	Dispenser 1 .....	25
3.1.1.3	Conveyour Atas .....	25
3.1.1.4	Sensor Opto 1 .....	26
3.1.1.5	Sensor Pengukur Ketebalan .....	26
3.1.1.6	Sensor Opto 2 dan Sensor Induktansi .....	28
3.1.1.7	Flipper 2 dan Flipper 3.....	29
3.1.1.8	Chute 1 dan Chute 2.....	29
3.1.1.9	Dispenser 2 .....	30
3.1.1.10	Conveyour Bawah .....	30
3.1.1.11	Sensor Opto 3 dan Opto 4.....	31
3.1.1.12	Solenoid 4.....	31
3.1.1.13	Sensor Opto 5 dan Opto 6.....	32
3.1.2	Langkah Kerja <i>Plant</i> .....	32
3.2	Perancangan <i>Sequence Chart</i> .....	34
3.2.1	<i>Rejected</i> .....	34
3.2.2	<i>Height</i> ok Material Logam .....	36
3.2.3	<i>Height</i> ok Material Plastik.....	37
3.2.4	Keseluruhan.....	38
3.3	Switching Function .....	39
3.4	Pengalamatan Komponen .....	51
3.5	Pemrograman <i>Ladder Diagram</i> .....	52
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISA</b> .....		<b>71</b>
4.1	Proses Implementasi .....	71
4.1.1	Pengkabelan .....	71
4.2	Pengujian Sistem.....	73
<b>BAB 5 PENUTUP</b> .....		<b>75</b>
5.1	Kesimpulan .....	75
5.2	Saran .....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>77</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>79</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....		<b>99</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Dual .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Part Plastik .....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Part Logam .....	6
<b>Gambar 2.4</b> Bagian Dasar Perakitan (Peg) .....	7
<b>Gambar 2.5</b> Hasil Perakitan .....	7
<b>Gambar 2. 6</b> Dispenser.....	8
<b>Gambar 2.7</b> Konstruksi Solenoid .....	8
<b>Gambar 2. 8</b> Infrared Dan Photo Dioda .....	9
<b>Gambar 2. 9</b> Rangkaian Ir Dan Photodioda .....	9
<b>Gambar 2. 10</b> Sensor Induktif .....	10
<b>Gambar 2. 11</b> Konstruksi Sensor Induktif.....	10
<b>Gambar 2. 12</b> Sensor Ketinggian ( Ketebalan ) .....	11
<b>Gambar 2. 13</b> Sensor Photoelektrik Pada Sensor Pengukur Ketinggian.....	12
<b>Gambar 2. 14</b> Bagian-Bagian Belt Conveyor .....	12
<b>Gambar 2. 15</b> Programmable Logic Control (Plc) .....	13
<b>Gambar 2. 16</b> Pemrograman Ladder Diagram .....	15
<b>Gambar 2. 17</b> Pemrograman Sfc .....	15
<b>Gambar 2. 18</b> Pemrograman Fbd .....	16
<b>Gambar 2. 19</b> Wiring Dengan Cara Sinking .....	17
<b>Gambar 2. 20</b> Wiring Dengan Cara Sourcing .....	17
<b>Gambar 2. 21</b> Sequence Chart.....	18
<b>Gambar 2. 22</b> Set Dan Reset Pada Relay y1.....	19
<b>Gambar 2. 23</b> Set Dan Reset Pada Relay y2.....	20
<b>Gambar 2. 24</b> Set Dan Reset Pada Relay y3.....	21
<b>Gambar 2. 25</b> Hasil Konversi Ladder Dari Relay y1.....	22
<b>Gambar 2. 26</b> Hasil Konversi Ladder Dari Relay y2.....	22
<b>Gambar 2. 27</b> Hasil Konversi Ladder Dari Relay y3.....	22
<b>Gambar 2. 28</b> Set Dan Reset Pada Relay y1.....	39
<b>Gambar 2. 29</b> Set Dan Reset Pada Relay y2.....	39
<b>Gambar 2. 30</b> Set Dan Reset Pada Relay y3.....	40
<b>Gambar 2. 31</b> Set Dan Reset Pada Relay y4.....	40
<b>Gambar 2. 32</b> Set Dan Reset Pada Relay y5.....	41
<b>Gambar 2. 33</b> Set Dan Reset Pada Relay y6.....	42
<b>Gambar 2. 34</b> Set Dan Reset Pada Relay y7.....	42
<b>Gambar 2. 35</b> Set Dan Reset Pada Relay y8.....	43

<b>Gambar 2. 36</b>	Set Dan Reset Pada y9 .....	43
<b>Gambar 3. 1</b>	Tahapan Proses Pembuatan Ladder Diagram Dengan Metode Sequence Chart .....	23
<b>Gambar 3. 2</b>	Fungsi Dari Sensor Dan Aktuator .....	24
<b>Gambar 3. 3</b>	Tombol Start Dan Stop.....	24
<b>Gambar 3. 4</b>	Dispenser 1.....	25
<b>Gambar 3. 5</b>	Motor Conveyour Atas.....	25
<b>Gambar 3. 6</b>	Sensor Opto 1 .....	26
<b>Gambar 3. 7</b>	Sensor Pengukur Ketebalan .....	26
<b>Gambar 3. 8</b>	Sensor Photoelektrik Pada Pengukur Ketebalan .....	27
<b>Gambar 3. 9</b>	Sensor Opt 2 Dan Induktansi .....	28
<b>Gambar 3. 10</b>	Flipper 2 Dan Flipper 3 .....	29
<b>Gambar 3. 11</b>	Chute 1 Dan Chute 2 .....	29
<b>Gambar 3. 12</b>	Dispenser 2.....	30
<b>Gambar 3. 13</b>	Motor Conveyour Bawah.....	30
<b>Gambar 3. 14</b>	Sensor Opto 3.....	31
<b>Gambar 3. 15</b>	Solenoid 4 .....	31
<b>Gambar 3. 16</b>	Sensor Opto 5 Dan Opto 6 .....	32
<b>Gambar 3. 17</b>	Sequence Chart Rejected.....	35
<b>Gambar 3. 18</b>	Sequence Chart Height Ok Material Logam .....	36
<b>Gambar 3. 19</b>	Sequence Chart Height Ok Material Plastik.....	37
<b>Gambar 3. 20</b>	Sequence Chart Keseluruhan .....	38
<b>Gambar 3. 21</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y1 .....	53
<b>Gambar 3. 22</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y2 .....	53
<b>Gambar 3. 23</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y3.....	54
<b>Gambar 3. 24</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y5 .....	55
<b>Gambar 3. 25</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y6 .....	55
<b>Gambar 3. 26</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y7 .....	56
<b>Gambar 3. 27</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y8 .....	56
<b>Gambar 3. 28</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y9 .....	57

<b>Gambar 3. 29</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y10 .....	57
<b>Gambar 3. 30</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y11 .....	58
<b>Gambar 3. 31</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y12 .....	58
<b>Gambar 3. 32</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y13 .....	59
<b>Gambar 3. 33</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y14 .....	59
<b>Gambar 3. 34</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y15 .....	60
<b>Gambar 3. 35</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y16 .....	60
<b>Gambar 3. 36</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y17 .....	61
<b>Gambar 3. 37</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y18 .....	61
<b>Gambar 3. 38</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y19 .....	62
<b>Gambar 3. 39</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y20 .....	63
<b>Gambar 3. 40</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y21 .....	64
<b>Gambar 3. 41</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y22 .....	64
<b>Gambar 3. 42</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y23 .....	65
<b>Gambar 3. 43</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y24 .....	65
<b>Gambar 3. 44</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y25 .....	66
<b>Gambar 3. 45</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y26 .....	66
<b>Gambar 3. 46</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y27 .....	67
<b>Gambar 3. 47</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y28 .....	67

<b>Gambar 3. 48</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y29 .....	68
<b>Gambar 3. 49</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y30 .....	68
<b>Gambar 3. 50</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y31 .....	69
<b>Gambar 3. 51</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y32 .....	70
<b>Gambar 3. 52</b>	Konversi Diagram Ladder Dari Switching Function Relay y33 .....	70
<b>Gambar 4. 1</b>	PCB Antar muka .....	71
<b>Gambar 4. 2</b>	Pengkabelan PLC .....	72
<b>Gambar 4. 3</b>	Hasil pengkabelan .....	73
<b>Gambar 4. 4</b>	Penambahan Flag .....	74

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2. 1</b> Kriteria Part Yang Dibutuhkan .....	6
<b>Tabel 3. 1</b> Pengalamatan Input Dan Output Plc Omron Cp1e-30...	51
<b>Tabel 3. 2</b> pengalamatan relay plc omron cp1e-30 .....	52

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada bidang industri, khususnya di industri produksi, sebagian besar biaya yang dikeluarkan digunakan untuk melakukan otomasi. Perubahan pandangan untuk menggunakan otomasi dikarenakan, jika dibandingkan dengan tenaga manusia, menggunakan otomasi dapat memberikan hasil yang sangat optimal. Menggunakan otomasi sangat banyak kelebihannya misalnya hasil produksi bisa dapat meningkat pesat. namun tetap memiliki kekurangan yaitu membutuhkan biaya yang sangat besar untuk menerapkannya. Tetapi, untuk investasi dalam jangka waktu yang panjang bukan merupakan sebuah masalah, karena biaya yang dikeluarkan akan sesuai dengan jumlah produksi yang dihasilkan.

Di industri, terdapat berbagai macam material bahan yang digunakan sebagai bahan dasar produksi ataupun hasil dari produksi, bisa berupa cairan, gas, ataupun bahan padat. Tak jarang bahan tersebut memiliki bobot yang berat dikarenakan dalam jumlah yang banyak ataupun memiliki bahan yang berbahaya bagi manusia. Maka dari itu diperlukannya sistem yang dapat digunakan untuk memindahkan bahan tersebut guna menutupi keterbatasan kemampuan manusia, baik dari segi kapasitas beban bahan ataupun keselamatan dari jenis bahan yang berbahaya.

Ada bermacam-macam jenis peralatan di industri yang digunakan untuk memindahkan bahan material tersebut, yaitu konveyor dan elevator. Elevator digunakan untuk memindahkan bahan secara vertikal, sedangkan konveyor digunakan untuk memindahkan bahan secara horizontal. Alat yang paling sering digunakan untuk transportasi di industri adalah konveyor, dikarenakan konveyor memiliki banyak jenis tergantung bahan material yang akan dipindahkan. Konveyor yang sering digunakan di industri adalah jenis *belt*, *screw* dan *chain* konveyor, namun konveyor yang paling umum digunakan adalah jenis *belt*.

Pada industri, konveyor di desain dan di bentuk sedemikian hingga sesuai dengan kebutuhan proses yang dilakukan, misalnya *dual* konveyor. *dual* konveyor memiliki banyak fungsi. Yaitu untuk proses *pelletizing*, perakitan, pemisahan bahan berdasarkan jenis

material, grinding, packing dan juga proses yang lainnya dengan dibantu dengan sensor dan aktuator tertentu. Untuk melakukan semua proses tersebut secara otomatis diperlukan sebuah kontroler. Kontroler yang umumnya digunakan adalah PLC karena memiliki ketahanan untuk bekerja dalam waktu yang lama dan memiliki eksekusi waktu yang cepat. Disamping itu, dengan menggunakan PLC mudah untuk koneksi dengan perangkat lainnya. Untuk membuat PLC dapat mengontrol sistem otomasi yang kita inginkan, diperlukan sebuah program yang nantinya di *upload* kedalam CPU PLC. Terdapat banyak cara untuk melakukan pemrograman PLC, yaitu dengan menggunakan *ladder diagram*, *function block diagram*, *structured text*, *instruction list*, dan *sequential function chart*. Namun pemrograman yang sering digunakan adalah *ladder diagram*. *Ladder diagram* merupakan cara pemrograman PLC dengan memanfaatkan logika pembuatan diagram listrik. Umumnya logika untuk membuat program *ladder diagram* menggunakan logika sang pembuat program, sehingga orang lain akan kebingungan dan kesulitan jika ingin mengembangkan program tersebut. Maka dari itu, diperlukanlah sebuah metode yang digunakan untuk membuat pemrograman *ladder diagram*.

## **1.2 Perumusan masalah**

1. Pada tugas akhir ini, hal yang menjadi fokus adalah tentang bagaimana pembuatan konstruksi *ladder diagram* dengan menggunakan metode *sequence chart* pada *plant dual conveyor* dan implementasinya.
2. PLC yg digunakan adalah PLC dengan tipe Omron CP1E-30.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat pemodelan dari proses otomasi *plant dual conveyor* dengan metode *sequence chart* kemudian mengimplementasikan hasil dari pemodelan tersebut pada pembuatan konstruksi *ladder diagram*. Diharapkan hasil konstruksi *ladder diagram* bisa mengoperasikan *plant dual conveyor* sesuai dengan fungsinya setelah diimplementasikan pada kontroler PLC.

## **1.4 Metodologi**

Metode yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain meliputi :



a. Studi Literatur

Studi literatur perlu dilakukan untuk menunjang penguasaan bahasan mengenai tugas akhir yang dikerjakan melalui media cetak berupa buku sumber, *paper* ataupun jurnal. Hal yang dipelajari meliputi : Konsep pemodelan dengan metode *sequence chart*, identifikasi *plant dual conveyor*, konsep pemrograman *ladder diagram*, cara melakukan implementasi.

b. Pemodelan Sistem

Setelah dilakukan identifikasi pada *plant*, dilakukan pemodelan sistem menggunakan metode yang telah dipilih, yaitu metode *Sequence chart*

c. Simulasi & Analisis

Pasir hasil pemodelan dilakukan simulasi yang disertai dengan analisis untuk mengoreksi kesesuaian dengan hasil yang diinginkan.

d. Implementasi

Hasil dari pemodelan sistem, digunakan untuk membuat konstruksi *ladder diagram* yang diprogram pada PLC untuk digunakan sebagai kontrol pada *plant dual conveyor*.

e. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir, yang terdiri dari bab pendahuluan, tinjauan pustaka, perancangan sistem, implementasi dan penutup.

## 1.5 Sistematika

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam lima bab yang masing-masing membahas permasalahan yang berhubungan dengan Tugas Akhir yang telah dibuat dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tinjauan pustaka yang membantu penelitian, di antaranya adalah teori pemodelan *sequence chart*, teori sistem cara kerja *plant dual conveyor*, teori instrumentasi sistem tentang sensor dan aktuator yang

digunakan serta teori otomasi sistem tentang pemrograman *ladder diagram* pada PLC .

**Bab III : Perancangan Sistem**

Bab ini membahas perancangan sistem yang meliputi perancangan langkah kerja sistem *plant dual conveyor*, pemodelan sistem otomasi *plant dual conveyor* dengan metode *sequence chart*, perancangan *ladder diagram* sehingga membantu pembaca dalam memahami tahapan dari setiap proses dalam sistem yang dirancang.

**Bab IV : Simulasi dan Analisa Sistem**

Bab ini memuat hasil konstruksi *ladder diagram* dari penerapan pemodelan yang telah dibuat dan analisisnya.

**Bab V : Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

## **1.6 Relevansi Atau Manfaat**

Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan penelitian tentang pembuatan konstruksi *ladder diagram* dengan bantuan pemodelan metode *sequence chart* serta diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk implementasi ataupun pengembangan di masa mendatang.

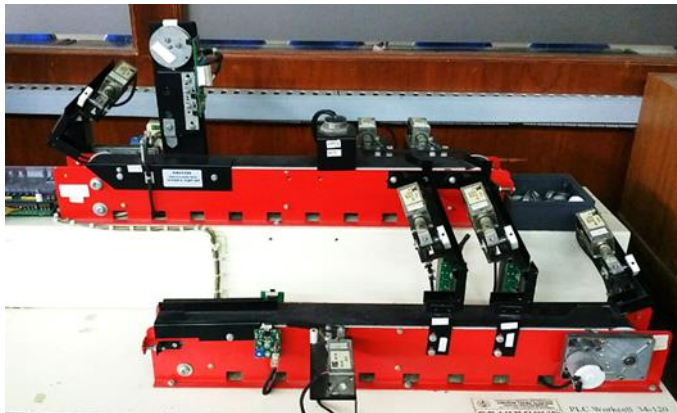
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam proses perancangan dan pembuatan program di perlukan dasar-dasar konsep pemahaman yang nantinya digunakan sesuai dengan kebutuhan. Pada bab ini di jelaskan tetang penunjang yang nantinya digunakan untuk memahami sistem otomasi pada *dual conveyor*.

#### 2.1 Dual Conveyor

*Conveyor* adalah sebuah sistem mekanik yang digunakan untuk memindahkan benda dari satu tempat ke tempat yang lain secara horizontal dari satu proses menuju ke proses selanjutnya. Namun pada tugas akhir yang akan dikerjakan, *conveyor* yang digunakan adalah *dual conveyor* dimana pada *conveyor* diberikan sensor dan aktuator tambahan agar dapat melakukan 2 fungsi secara otomatis. yaitu fungsi untuk menyeleksi benda kerja berdasarkan jenis material serta ketebalan (*thickness*) bahan dan fungsi untuk melakukan perakitan seperti pada gambar 2.1



**Gambar 2. 1** Dual Conveyor

Fungsi *dual conveyor* dapat di bagi menjadi dua, yaitu : proses seleksi pada *conveyor* bagian atas dan proses perakitan pada bagian *conveyor* bawah. Kriteria dari *part* yang sesuai dengan kebutuhan ditampilkan dalam tabel 2.1

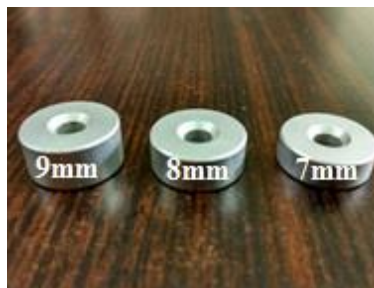
**Tabel 2. 1** Kriteria *part* yang dibutuhkan

<i>Part</i>	<i>Ketinggian</i>
<i>Standar dan benar</i>	8 mm
<i>Tinggi Salah</i>	7 dan 9 mm

selain dari segi ukuran, *part* juga di bedakan menjadi 2 berdasarkan jenis bahannya yaitu plastik dan logam seperti pada gambar 2.1 dan 2.2 sebagai berikut.



**Gambar 2. 2** *Part* Plastik



**Gambar 2. 3** *Part* Logam

Untuk proses perakitan juga disediakan benda kerja yang digunakan sebagai bahan dasar perakitannya (peg) yang terbuat dari logam dan memiliki poros pada bagian tengahnya seperti pada gambar 2.4 sebagai berikut.



**Gambar 2.4** Bagian dasar perakitan (peg)

Hasil perakitan merupakan kombinasi antara bagian dasar perakitan (peg) dengan salah satu dari benda kerja plastik atau material dengan ketebalan 8mm seperti pada gambar 2.5 sebagai berikut



**Gambar 2.5** Hasil perakitan

### **2.1.1 Dispenser**

*dispenser* pada *dual conveyor* berfungsi sebagai pengatur keluarnya benda kerja untuk diproses. *Dispenser* menggunakan aktuatur solenoid yang telah dirancang khusus agar bisa mengatur keluarnya dua jenis bahan benda kerja yang akan diproses pada sistem ini. Dispenser ini terdapat pada 4 tempat, yakni pada bagian awal *conveyor* atas dan *conveyor* bawah serta pada bagian penyimpanan penyeleksian benda kerja ( plastik dan logam) seperti pada gambar 2.6



**Gambar 2. 6** Dispenser

Solenoid itu sendiri merupakan sebuah lilitan kawat atau induktor yang jika dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet Seperti pada gambar 2.7. besarnya sesuai dengan persamaan berikut

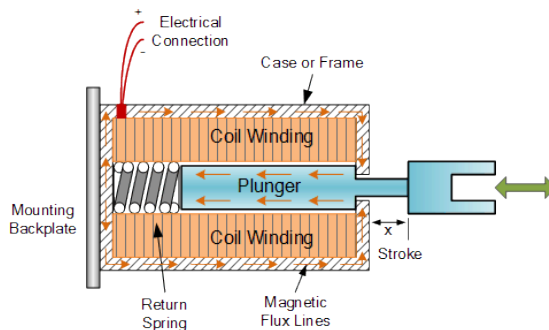
$$B = \mu_0 \cdot i \cdot n$$

$B$  = Kuat medan magnet.

$\mu_0$  = Permeabilitas ruang kosong.

$i$  = Kuat arus yang mengalir.

$n$  = Jumlah lilitan solenoid.

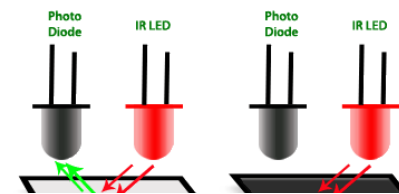


**Gambar 2.7** Konstruksi Solenoid

Jika pada tengah-tengah solenoid ditempatkan batang besi sebagai inti, batang besi tersebut bisa bergerak ke maju atau mundur yang disebabkan oleh medan magnet yang dihasilkan oleh solenoid. Arah pergerakan batang besi tergantung arah arus yang diberikan pada solenoid yang mempengaruhi arah medan magnet solenoid juga.

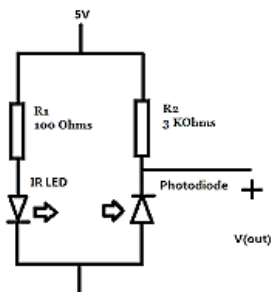
### 2.1.2 Sensor *Opto-Detector*

Sensor *opto detector* berfungsi untuk mendeteksi keberadaan suatu benda dengan menggunakan bantuan deteksi dari photo dioda dan infrared. Infrared merupakan LED yang cahayanya tidak nampak secara jelas dan disebut juga sebagai transmitting LED karena memancarkan sinyal infrared seperti pada gambar 2.8. Photo dioda berperan sebagai *receiver* inframerah dapat terlihat persis seperti LED inframerah, tetapi led ini tidak memancarkan cahaya IR. Photo dioda ini mendeteksi pencahayaan inframerah dan harus terhubung dengan cara yang benar dalam sebuah rangkaian.



**Gambar 2. 8** Infrared dan Photo dioda

Agar kedua komponen ini dapat berfungsi sebagai *opto-detector* maka harus dirangkai seperti pada gambar 2.9.



**Gambar 2. 9** Rangkaian IR dan Photodioda

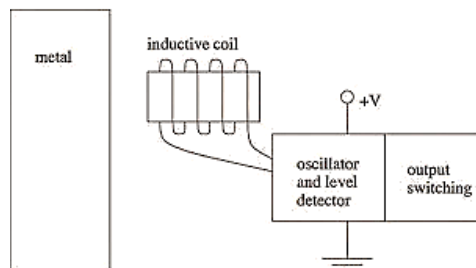
### 2.1.3 Sensor Induktif

Sensor induktif merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya benda berbahan logam. Pada sistem *dual conveyor* pemasangan sensor induktif dimaksudkan untuk membedakan benda kerja berbahan logam dan plastik seperti pada gambar 2.10 .



**Gambar 2. 10** Sensor Induktif

Dalam konstruksi sensor induktif terdapat 4 komponen utama yakni : Koil, isolator, rangkaian *trigger* dan sebuah keluaran. Kebanyakan sensor induktif beroperasi dengan menghasilkan medan elektromagnet berfrekuensi tinggi yang menghasilkan *edy current* pada permukaan logam dari target atau benda kerja. Ketika benda kerja mendekati sensor, osilasi sensor teredam dan menghasilkan perubahan arus pada osilator yang mengubah kondisi *switch* atau keluaran [x] seperti pada gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** Konstruksi sensor Induktif



#### 2.1.4 Sensor Pengukur Ketebalan

Sensor ketebalan (*thickness*) menggunakan kombinasi antara motor dc dan sensor photoelektrik yang konstruksinya dirancang khusus agar bisa menjadi acuan pengukur ketinggian benda kerja yang sesuai seperti gambar 2.12



**Gambar 2. 12 Sensor Ketinggian ( Ketebalan )**

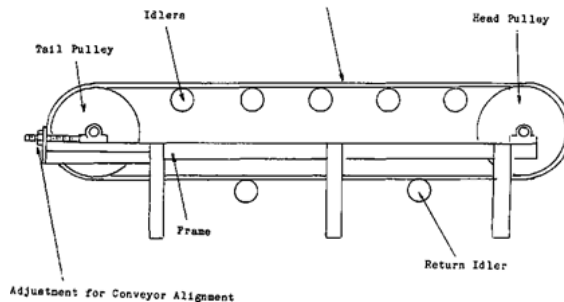
Apabila benda kerja yang diukur memiliki ketebalan yang tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka sensor photoelektrik tidak aktif karena detektor dari photoelektrik tidak dapat mendeteksi sinyal dari emitter. Namun, jika benda kerja yang diukur memiliki ketinggian yang standar, maka photoelektrik akan aktif karena sinyal dari emitter dapat terkirim menuju detektor melalui lubang yang telah dirancang khusus untuk pengukuran kondisi ketinggian yang standar seperti pada gambar 2.13.



**Gambar 2. 13 Sensor photoelektrik pada sensor pengukur ketinggian**

### **2.1.5 Belt Conveyor**

*Belt conveyor* merupakan sistem mekanik yang digunakan untuk memindahkan benda dari satu tempat ke tempat lain secara horizontal. *Belt conveyour* memiliki sabuk yang digerakan oleh motor untuk bergerak membawa benda.



**Gambar 2. 14 Bagian-bagian Belt Conveyor**

bagian-bagian belt conveyor terdiri dari *rollers*, *head pulley*, *return idler*, *tail pulley* dan *drive unit* seperti pada gambar 2.14

- *Rollers* merupakan bagian yang berputar bersamaan dengan *belt* untuk mengurangi hambatan antara *belt conveyor* dan motor penggerak yang berputar saling berlawanan arah
- *Head pulley* merupakan bagian dimana motor penggerak ditempatkan
- *Return idlers* digunakan untuk membantu *belt* untuk kembali mengikuti siklusnya

- *Tail pulley* digunakan untuk menjaga keselarasan putaran dan kerapatan pada *belt*
- *Drive unit* merupakan bagian untuk menggerakkan *belt conveyor* yang terdiri dari motor, *gear reducer* dan *drive belts*

## 2.2 Programmable Logic Control

*Programmable Logic Control* atau yang disingkat PLC merupakan sebuah perangkat keras yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat di program untuk penyimpanan secara internal seperti pada gambar 2.15.

PLC terdapat dua jenis, yaitu *compact* dan *modular*. PLC compact adalah jenis PLC yang seluruh komponennya menjadi satu dan tidak dapat di tambah lagi jumlah input dan outputnya. PLC modular adalah jenis PLC yg komponennya terpisah menjadi beberapa modul-modul sehingga dapat ditambahkan lagi modul input dan outputnya.



Gambar 2. 15 Programmable Logic Control (PLC)

### 2.2.1 Bagian-bagian PLC

Umumnya setiap PLC memiliki 3 bagian utama yakni : *Power Supply*, *Central Processing Unit* , Modul *input/output*..

#### 2.2.1.1 Power Supply

Berfungsi sebagai sumber tegangan bagi PLC dan juga sebagai pengubah suplai masukan listrik agar sesuai dengan kebutuhan PLC (AC-DC) konverter.

#### 2.2.1.2 CPU

Merupakan otak atau pengatur aktivitas keseluruhan proses transfer data/informasi yang menentukan berjalannya sistem yang didapatkan dari modul i/o pada PLC.

### **2.2.1.3 Modul Input/Output**

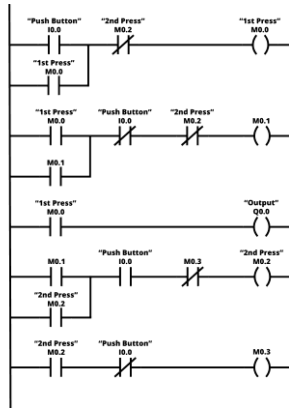
Modul Input dan output digunakan untuk memberikan sinyal input atau output ke PLC. Ada 2 jenis tipe input dan output pada PLC yaitu analog dan digital. Analog input dan output memiliki alamat yg berbeda dengan digital input dan output, dikarenakan analog digunakan untuk input ataupun output yg berupa variabel. Input dan output analog bisa berupa tegangan atau arus dengan Rentang 0 – 10 Vdc untuk tegangan dan 4 – 20 mA untuk arus. Sedangkan untuk input dan output digital memiliki rentang tegangan 5-24 vdc.

### **2.2.2 Pemrograman PLC**

Dalam pemrograman PLC terdapat beberapa cara pemrograman yang dapat dilakukan yaitu diagram logika tangga (*ladder logic diagram*), mnemonic (*statement list*), dan diagram fungsi blok (*function block diagram*). macam-macam cara pemrograman tersebut dimaksudkan agar pembuat program dapat membuat program lebih mudah sesuai dengan keahlian atau cara pemrograman yang disukai. Berdasarkan Standart Internasional IEC-61131-3 bahasa pemrograman PLC ada 5 macam yaitu

#### **2.2.2.1 Ladder Diagram**

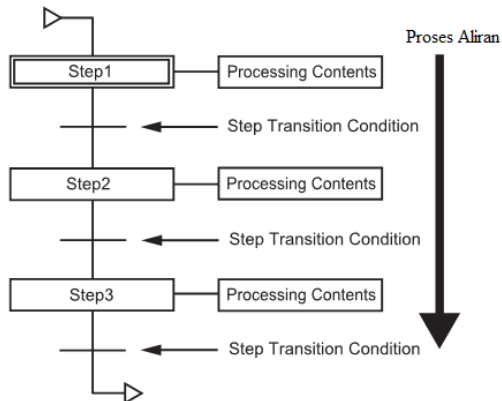
Ladder diagram merupakan cara pemrograman yang umum digunakan. Ladder diagram memang khusus dibuat untuk mempermudah pemrograman PLC, cara pemrogramannya menggunakan pemahaman diagram listrik. Pada diagram ladder terdiri dari dua buah garis vertikal yang melambangkan daya. Komponen-komponen rangkaian kemudian disambungkan secara horizontal diantara kedua garis vertikal. Dimana komponen tersebut adalah contact yg merepresentasikan input dan coil yang merpresentasikan output seperti pada gambar 2.16



**Gambar 2. 16** Pemrograman Ladder Diagram

#### 2.2.2.2 Sequential Function Chart

*Sequential function chart* adalah bahasa pemrograman grafis yang menampilkan aliran proses sebagai diagram, sehingga memungkinkan untuk mengontrol proses berurutan dengan menggambarkan kondisi transisi dan tindakan untuk setiap langkah. Didalam SFC diagram berisi tentang langkah kerja yang berhubungan dengan perintah, transisi yang berhubungan dengan kondisi logika dan juga terdapat hubungan langsung antara step/langkah dan transisi seperti pada gambar 2.17



**Gambar 2. 17** Pemrograman SFC

### 2.2.2.3 Structure Text

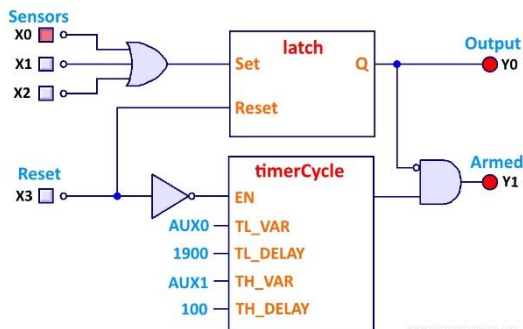
*Structure Text* (ST), merupakan bahasa tingkat tinggi yang umumnya digunakan untuk beberapa prosedur yang kompleks menggunakan bahasa yang baku untuk menyatakan kondisi atau tahapan yang berbeda. Bahasa yang digunakan mirip dengan bahasa pascal yang didalamnya terdapat perintah umum menggunakan IF...THEN...ELSE, WHILE...DO, REPEAT...UNTIL dan lain sebagainya.

### 2.2.2.4 Statement List

*Statement List* (SL) atau yang biasa disebut juga *Instruction List* (IL) merupakan bahasa tingkat rendah yaitu dalam pemrogramannya menggunakan *statement variabel* atau perintah dalam bentuk huruf sebagai inputnya.

### 2.2.2.5 Function Block Diagram

*Function Block Diagram* (FBD) adalah suatu fungsi fungsi logika yang disederhanakan kedalam blok fungsi dan dari tiap masing-masing blok dapat dihubungkan dalam suatu fungsi atau digabungkan dengan fungsi blok lainnya seperti pada gambar 2.18. Selain menggunakan fungsi-fungsi, FBD juga dapat menampung bahasa lain ke dalam bloknnya, misalnya *ladder*, *instruction list*, *statement list*.



Gambar 2. 18 Pemrograman FBD

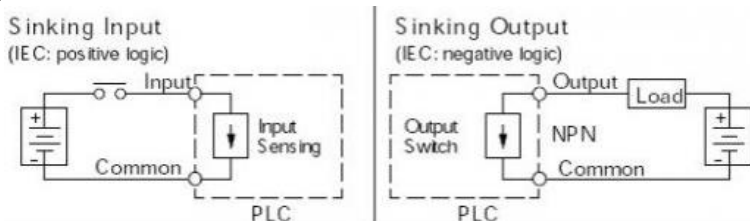
### 2.2.3 Pengkabelan pada PLC

Pada pengkabelan (*wiring*) pada PLC terdapat 2 cara, ini dikarenakan terdapat 2 tipe sensor dan aktuatur. Kedua tipe tersebut adalah tipe NPN dan PNP. Dikarenakan kedua tipe tersebut cara kerjanya berbeda, modul PLC harus bisa digunakan untuk kedua tipe sensor

tersebut tanpa ada masalah. Maka dari itu wiring PLC terdapat 2 macam, yaitu *sinking* (PNP) dan *sourcing* (NPN).

### 2.2.3.1 Sinking

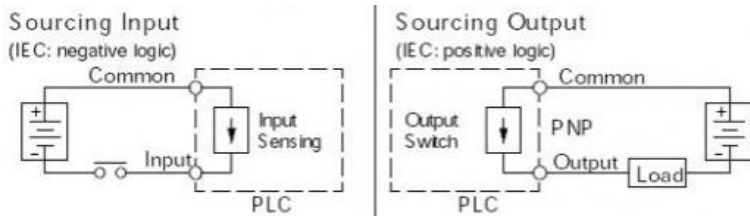
Wiring dengan cara sinking adalah menghubungkan *common input* modul PLC ke ground DC *power supply* dan menghubungkan saluran input ke sumber positif pada DC *power supply* seperti pada gambar 2.19



Gambar 2. 19 Wiring dengan cara sinking

### 2.2.3.2 Sourcing

Wiring dengan cara *sourcing* adalah menghubungkan *common input* modul PLC ke sumber positif pada DC *power supply* dan menghubungkan saluran input modul ke ground pada DC *power supply* seperti pada gambar 2.20.



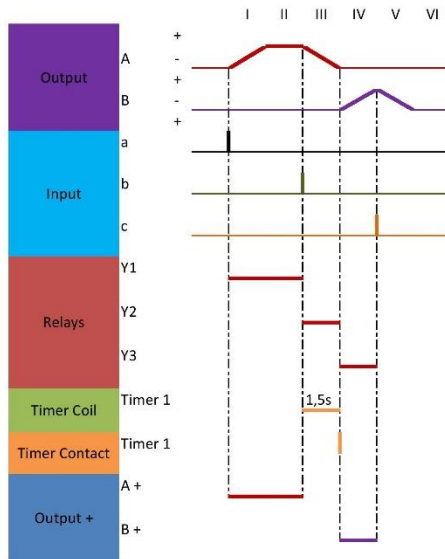
Gambar 2. 20 Wiring dengan cara sourcing

## 2.3 Metode Sequence Chart untuk Pemrograman Ladder

Pada pembuatan *ladder programming* dengan menggunakan metode *sequence chart* memiliki beberapa tahapan proses seperti pada gambar 3.1 yaitu, pembuatan *sequence chart* dari lingkungan sistem atau langkah kerja, kemudian dari hasil *sequence chart* diubah ke *switching function* untuk selanjutnya di ubah menjadi *ladder* diagram.

### 2.3.1 Sequence Chart

*Sequence charts* yang juga dikenal sebagai *time-motion diagrams*, *state diagram* atau *bar chart* digunakan untuk memvisualisasikan operasi sistem. dengan menggunakan *sequence chart* dapat menjelaskan tahapan demi tahapan operasi dari relay sistem, pneumatic sistem ataupun tipe sistem *switching* sistem lainnya. Pada *sequence chart* secara vertikal merepresentasikan setiap elemen yang memiliki bagian untuk melakukan aksi (*input, output, relay, timer, counter* dan sebagainya), sedangkan secara horizontal merepresentasikan tahapan atau langkah dalam urutan sistem. misalnya saja terdapat sebuah sistem yang memiliki 3 input yaitu a,b dan c, memiliki 2 output A dan B dan memiliki 1 timer yang langkah kerjanya dijelaskan seperti pada gambar 2.21.



**Gambar 2. 21** *sequence chart*

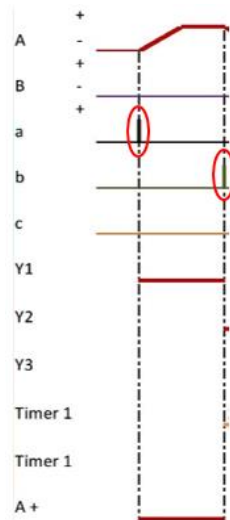
Dari gambar 2.21 penentuan jumlah relay ditentukan dari keadaan perubahan output A dan B oleh input a,b dan c. di karenakan menggunakan metode *sequence chart* maka setiap ada perubahan output oleh input (set hingga reset) maka akan diberi 1 relay. Karena pada gambar terdapat 3 perubahan output, sehingga diberikan 3 relay.



### 2.3.2 Switching Function

*Switching function* merupakan persamaan yang digunakan sebagai pendekatan untuk melambangkan fenomena yang terjadi dari hubungan antara input (set dan reset) dengan kondisi outputnya. Pembuatan *switching function* berdasarkan jumlah relay, setiap adanya 1 relay maka dapat di ubah menjadi 1 persamaan *switching function*. Untuk membuat *switching function*, pertama perhatikan sequence chart pada bagian relay, relay tersebut diaktifkan (set) oleh apa dan di reset oleh apa. Selanjutnya, cek apakah terdapat perubahan kondisi output. Barulah setelah itu kita dapat membuat *switching function*nya. Berdasarkan gambar 2.21 didapatkan switching function sebagai berikut :

- Relay  $Y_1$



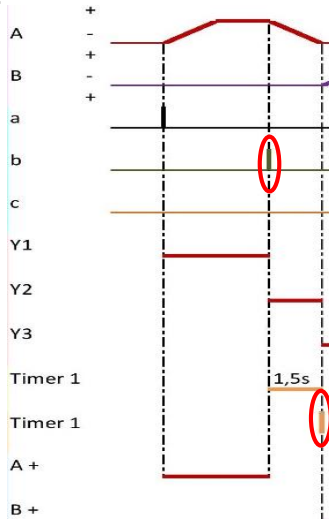
**Gambar 2. 22 set dan reset pada relay  $y_1$**

Berdasarkan gambar 2.22, relay  $y_1$  di set oleh a dan di reset oleh b. kemudian didalam  $y_1$  terdapat perubahan output A(+) sehingga dapat dituliskan *switching function*nya adalah

$$Y_1 = (a + Y_1) * \bar{b}$$

$$A(+) = Y_1$$

- Relay  $Y_2$



**Gambar 2. 23 set dan reset pada relay  $y_2$**

Berdasarkan gambar 2.23, relay  $y_2$  di set oleh  $b$  dan di reset oleh timer 1. kemudian didalam  $y_2$  terdapat perubahan output  $A(-)$  dan juga terdapat timer 1 sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

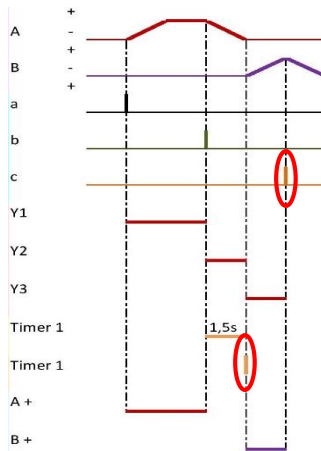
$$Y_2 = (b + Y_2) * \bar{t}_1$$

$$A(-) = Y_2$$

$$T_1 = (b + Y_2) * \bar{t}_1$$

$$Pt T_1 = 1,5s$$

- Relay  $Y_3$



**Gambar 2. 24 set dan reset pada relay  $y_3$**

Berdasarkan gambar 2.24, relay  $y_3$  di set oleh timer 1 dan di reset oleh c. kemudian didalam  $y_2$  terdapat perubahan output B(+) sehingga dapat dituliskan *switching function*nya adalah

$$Y_3 = (t_1 + Y_3) * \bar{c}$$

$$B(+) = Y_3$$

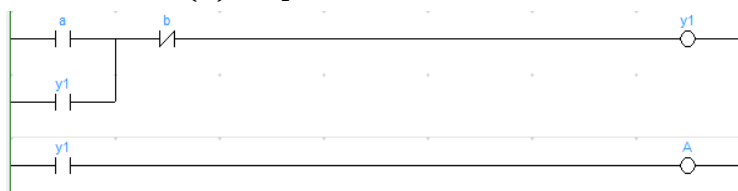
### 2.3.3 Pembuatan Ladder dengan Metode *Sequence Chart*

Pembuatan ladder dengan menggunakan metode *sequence chart* pembuatannya berdasarkan dari hasil *switching function*. Untuk *set* maka akan di konversi menjadi *contact normally open*, untuk *reset* di konversi menjadi *contact normally close*. Sedangkan operasi ditambah (+) dan dikali (\*) menentukan tata letak dari contact, untuk penambahan (+) berarti *contact* akan diletakkan secara paralel, sedangkan untuk perkalian (\*) berarti *contact* akan diletakkan secara seri. Berikut ini merupakan konversi *ladder diagram* dari *switching function* dari gambar 2.21 yg telah terbagi menjadi 3 relay

- Relay  $Y_1$

$$Y_1 = (a + Y_1) * \bar{b}$$

$$A(+) = Y_1$$



Gambar 2. 25 hasil konversi ladder dari relay  $y_1$

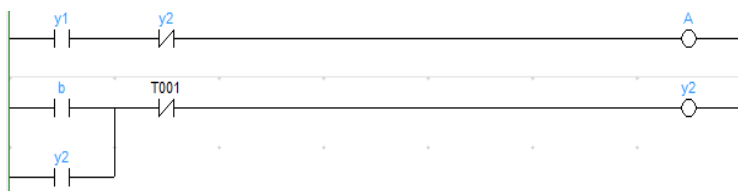
- Relay  $Y_2$

$$Y_2 = (b + Y_2) * \bar{t}_1$$

$$A(-) = Y_2$$

$$T_1 = (b + Y_2) * \bar{t}_1$$

$$Pt\ T_1 = 1,5s$$

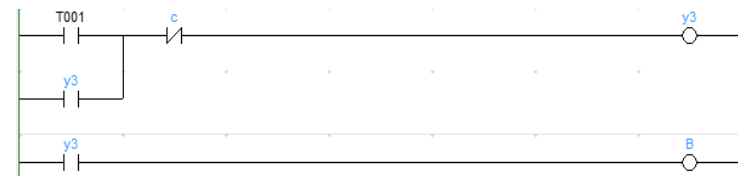


Gambar 2. 26 hasil konversi ladder dari relay  $y_2$

- Relay  $Y_3$

$$Y_3 = (t_1 + Y_3) * \bar{c}$$

$$B(+) = Y_3$$

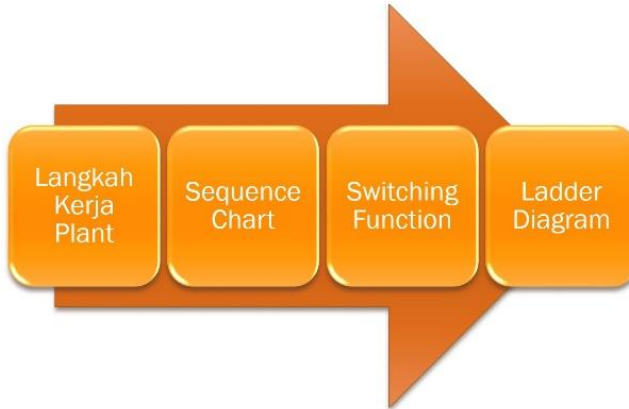


Gambar 2. 27 hasil konversi ladder dari relay  $y_3$

## BAB 3

### PERANCANGAN SISTEM

Perancangan dan pembuatan *ladder diagram* menggunakan metode *sequence chart* memiliki tahapan proses seperti pada gambar 3.1 dibawah ini

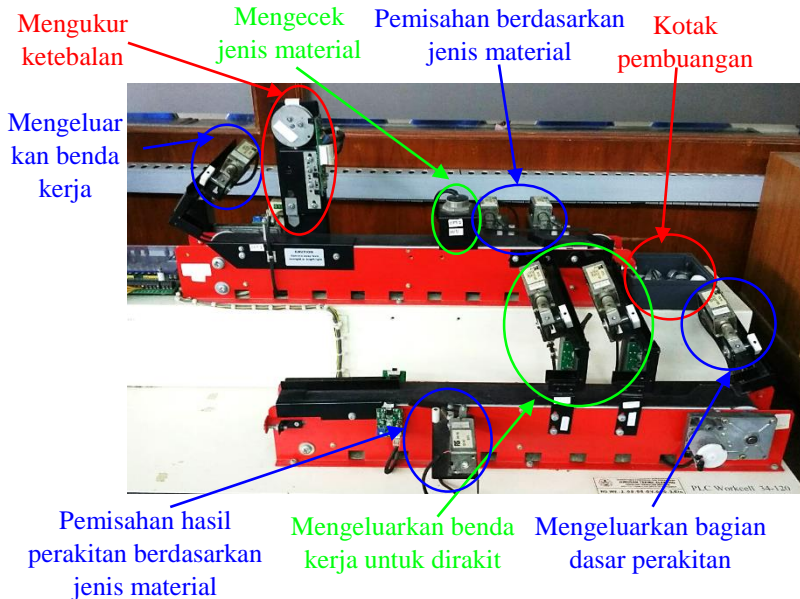


**Gambar 3.1** Tahapan proses pembuatan *ladder diagram* dengan metode *sequence chart*

Berdasarkan gambar 3.1, proses awal yg harus diketahui adalah langkah kerja *plant* secara mendetail. kemudian selanjutnya dari langkah kerja di visualisasikan kedalam bentuk *sequence chart*, dari bentuk *sequence chart* kemudian dimodelkan dalam bentuk *switching function* untuk selanjutnya di ubah kedalam bentuk *ladder diagram*.

### 3.1 Cara Kerja *Plant*

*Plant dual conveyor* digunakan untuk melakukan seleksi benda kerja (*part*) berdasarkan ketebalan (7,8,9 mm) dan jenis material (logam dan plastik) beserta perakitanannya. Sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab 2 , benda kerja yang akan dirakit memiliki spesifikasi khusus yaitu ketebalannya adalah 8mm. pada *plant dual conveyor* memiliki sensor dan aktuatur yang dirancang khusus agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Berikut ini merupakan fungsi dari masing-masing sensor dan aktuatur pada gambar 3.2.

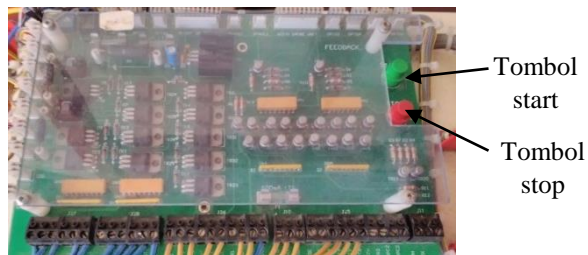


**Gambar 3. 2** Fungsi dari sensor dan aktuator

### 3.1.1 Sensor dan Aktuator

#### 3.1.1.1 Tombol Start dan Stop

Pada *plant dual conveyour* tombol start berguna untuk memulai proses pada plant yaitu mengaktifkan dispenser 1 untuk mengeluarkan benda kerja. Sedangkan tombol stop berguna untuk menghentikan seluruh proses pada plant seperti pada gambar 3.3.



**Gambar 3. 3** Tombol start dan stop

### 3.1.1.2 Dispenser 1

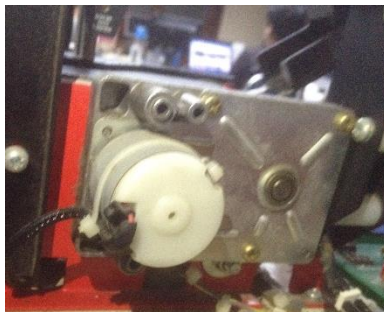
Pada *plant dual conveyour* dispenser 1 berfungsi untuk mengeluarkan benda kerja (*washer*) ke conveyor atas untuk dilakukan proses seleksi seperti pada gambar 3.4



**Gambar 3. 4** dispenser 1

### 3.1.1.3 Conveyour Atas

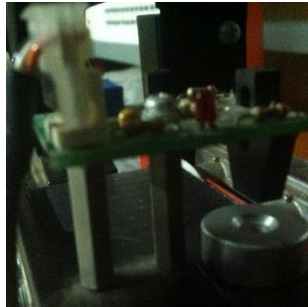
*Conveyour* atas digunakan untuk membawa benda kerja untuk proses penyeleksian. *Conveyour* atas tersebut digerakkan oleh motor dc yg digunakan secara digital atau hanya aktif dan berhenti yg berarti tidak diatur kecepatannya seperti pada gambar 3.5.



**Gambar 3. 5** Motor *Conveyour* atas

#### **3.1.1.4 Sensor Opto 1**

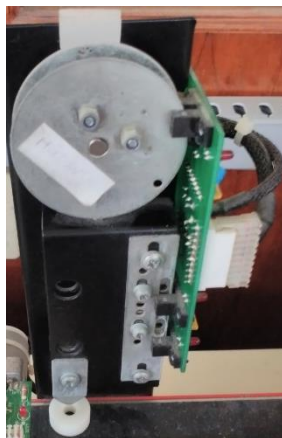
Sensor opto 1 digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya benda kerja yang dibawa oleh conveyour 1. Sensor opto1 mendeteksi ada tidaknya benda kerja sebelum dilakukan proses pengukur ketebalan seperti pada gambar 3.6



**Gambar 3. 6** Sensor opto 1

#### **3.1.1.5 Sensor Pengukur Ketebalan**

Sensor pengukur ketebalan merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk mengukur ketebalan benda kerja dengan menggunakan kombinasi motor dc dan sensor photoelektrik seperti pada gambar 3.7.

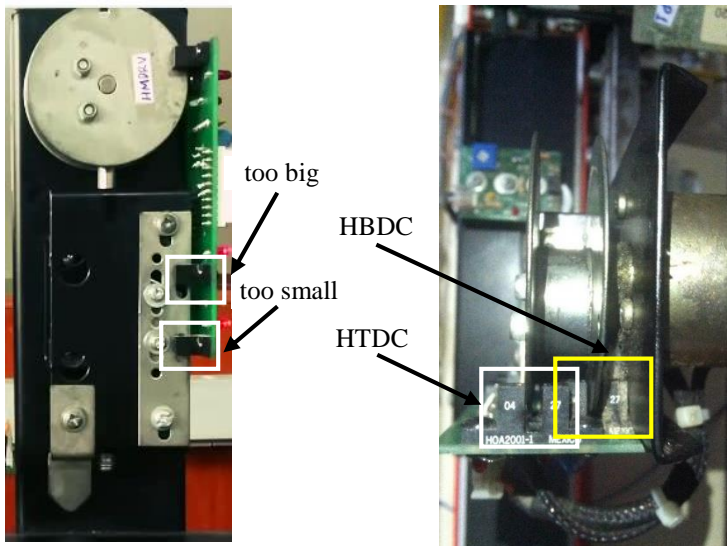


**Gambar 3. 7** Sensor pengukur ketebalan

Pada sistem sensor pengukur ketebalan terdapat 4 sensor photoelektrik yg digunakan, yaitu HTDC (*high top dead center*) yang di



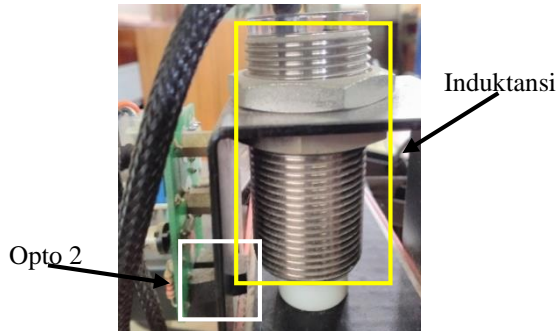
gunakan sebagai batas atas pergerakan motor sensor yg di pasangkan pada planar, HBDC (*high bottom dead center*) yang digunakan sebagai batas bawah pergerakan motor sensor, *too big* dan *too small* sebagai tolak ukur pengukuran benda kerja. Saat hanya sensor *too big* yg mengirimkan sinyal ke plc, maka menandakan bahwa benda kerja tersebut memiliki ketebalan 9mm. saat hanya sensor *too small* yg mengirimkan sinyal ke plc, maka menandakan bahwa benda kerja tersebut memiliki ketebalan 7mm. sedangkan jika kedua sensor *too big* dan *too small* sama-sama mengirimkan sinyal ke plc, maka menandakan bahwa benda kerja tersebut memiliki ketebalan 8mm seperti pada gambar 3.8.



**Gambar 3. 8** Sensor photoelektrik pada pengukur ketebalan

#### 3.1.1.6 Sensor Opto 2 dan Sensor Induktansi

Sensor opto 2 dan sensor induktansi merupakan kombinasi yang digunakan untuk membedakan benda kerja berdasarkan jenis materialnya.

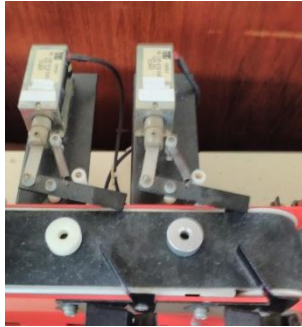


**Gambar 3. 9** Sensor opt 2 dan induktansi

Cara untuk membedakannya adalah saat benda kerjanya terbuat dari plastik maka hanya sensor opto 2 saja yang aktif, sedangkan saat benda kerja terbuat dari logam maka sensor opto 2 dan induktansi akan aktif seperti pada gambar 3.9.

#### **3.1.1.7 Flipper 2 dan Flipper 3**

Flipper 2 dan flipper 3 merupakan aktuator yang digunakan untuk melakukan pemisahan benda kerja setelah di seleksi berdasarkan ketebalan dan jenis materialnya. Flipper 2 untuk memisahkan benda kerja dengan material plastik, sedangkan flipper 3 untuk memisahkan benda kerja dengan material logam untuk selanjutnya menuju ke proses perakitan seperti pada gambar 3.10.



**Gambar 3. 10** Flipper 2 dan Flipper 3

#### **3.1.1.8 Chute 1 dan Chute 2**

Chute 1 dan Chute 2 merupakan aktuator yang digunakan untuk mengeluarkan benda kerja dari *conveyour* atas menuju *conveyour* bawah menuju ke proses perakitan. Chute 1 untuk mengeluarkan benda kerja bermaterial plastik, dan chute 2 untuk mengeluarkan benda kerja bermaterial logam menuju ke proses perakitan seperti pada gambar 3.11.



**Gambar 3. 11** Chute 1 dan Chute 2

#### 3.1.1.9 Dispenser 2

Dispenser 2 merupakan aktuator yang digunakan untuk mengeluarkan bagian dasar perakitan atau dikenal dengan peg menuju ke *conveyour* bawah untuk melakukan perakitan seperti pada gambar 3.12.



**Gambar 3. 12** Dispenser 2

#### 3.1.1.10 Conveyour Bawah

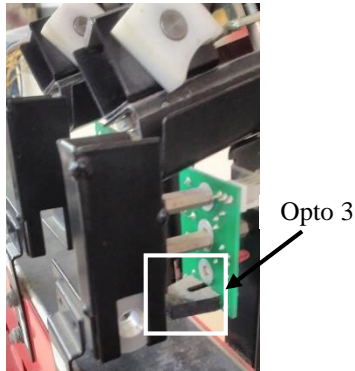
*Conveyour* bawah digunakan untuk membawa bagian dasar perakitan (*peg*) menuju ke benda kerja (*washer*) untuk melakukan perakitan. *Conveyour* bawah digerakkan oleh motor dc seperti gambar 3.13.



**Gambar 3. 13** Motor *Conveyour* bawah

#### 3.1.1.11 Sensor *Opto 3* dan *Opto 4*

Sensor opto 3 dan opto 4 digunakan untuk mendeteksi adanya benda kerja setelah dikeluarkan oleh chute 1 dan chute 2 dan memberikan sinyal bahwa benda kerja telah siap untuk dirakit. Sensor opto 3 untuk benda kerja material logam dan sensor opto 4 untuk benda kerja material plastic seperti pada gambar 3.14.



**Gambar 3. 14** Sensor Opto 3

#### 3.1.1.12 *Solenoid 4*

Solenoid 4 merupakan aktuatur yang digunakan untuk memisahkan hasil perakitan berdasarkan jenis materialnya. Cara kerjanya adalah saat hasil perakitan memiliki material logam, maka solenoid 4 akan *extend* atau aktif sedangkan jika hasil perakitan memiliki material plastic, maka solenoid 4 tidak akan aktif untuk melakukan pemisahan seperti pada gambar 3.15.



**Gambar 3. 15** Solenoid 4

### 3.1.1.13 Sensor Opto 5 dan Opto 6

Sensor opto 5 dan opto 6 merupakan sensor untuk mendeteksi hasil dari perakitan berdasarkan jenis materialnya. Sensor opto 5 untuk mendeteksi hasil perakitan dengan bahan material logam, sedangkan sensor opto 6 untuk mendeteksi hasil perakitan dengan bahan material plastik seperti pada gambar 3.16.



**Gambar 3. 16** Sensor Opto 5 dan Opto 6

### 3.1.2 Langkah Kerja Plant

Berdasarkan penjelasan dari sensor dan aktuator dapat di buat langkah kerja plant sebagai berikut

- Saat tombol start di tekan, maka dispenser 1 akan aktif mengeluarkan benda kerja bersamaan dengan HMDRV atau motor pada sensor pengukur ketebalan hingga sensor photoelektrik HTDC berada pada kondisi *high*
- Saat HTDC kondisi *high* , dispenser 1 akan kembali menutup bersamaan dengan berhentinya motor HMDRV dan bersamaan juga dengan aktifnya motor *conveyour* atas hingga benda kerja dideteksi oleh sensor opt1
- Saat sensor opt1 *high*, *conveyour* atas akan berhenti sesaat (0,9s) kemudian *conveyour* atas akan aktif selama 1,4s membawa benda kerja hingga tepat berada di bawah sensor pengukur ketebalan dan *conveyour* atas kembali berhenti.
- Kemudian HMDRV aktif untuk membuat sensor pengukur ketebalan bergerak kebawah hingga sensor HBDC *high*
- Saat HBDC *high*, maka ada 2 kemungkinan yang akan terjadi

- i) Saat HBDC dan sensor *too small* pada kondisi *high*, maka selanjutnya menuju proses g)i), dimana ketebalan benda kerja tidak sesuai untuk dilakukan perakitan.
  - ii) Saat HBDC, sensor *too small* dan *too big* berada pada kondisi *high*, maka selanjutnya menuju proses g)ii), dimana ketebalan benda kerja sesuai untuk dilakukan perakitan.
- f) Setelah dilakukan pengukuran, maka HMDRV akan kembali aktif hingga sensor pengukur ketebalan bergerak keatas dan membuat sensor HTDC pada kondisi *high*.
- g) Selanjutnya ada 2 kemungkinan yang akan terjadi :
  - i) *Conveyour* atas akan aktif selama 10 detik untuk mengantarkan benda kerja menuju kotak pembuangan. Setelah 10 detik, maka dispenser 1 akan mengeluarkan benda kerja baru (kembali ke proses awal (proses a))
  - ii) *Conveyour* atas akan aktif membawa benda kerja hingga di deteksi oleh sensor opt2 kemudian *conveyour* atas akan berhenti selama 0,7 detik untuk mendeteksi bahan material benda kerja .(menuju proses h)
- h) Kemudian ada 2 kemungkinan yang akan terjadi :
  - i) saat hanya sensor opt2 yang berada pada kondisi *high*, menandakan benda kerjanya memiliki material plastik (menuju proses i)i)
  - ii) saat sensor opt2 dan induktif berada pada kondisi *high*, menandakan benda kerjanya memiliki material logam (menuju proses i)ii)
- i) Kemudian ada 2 kemungkinan yang akan terjadi
  - i) *Conveyour* atas dan solenoid 2 akan aktif selama 10 detik hingga membuat benda kerja plastik berada pada chute 1. Setelah 10 detik, maka *conveyour* atas akan berhenti dan solenoid 3 akan menutup bersamaan dengan aktifnya *chute* 2 dan membuat benda kerja jatuh ke *conveyour* bawah dan membuat sensor opt4 *high*. (menuju proses j)i)
  - ii) *Conveyour* atas dan solenoid 3 akan aktif selama 10 detik hingga membuat benda kerja logam berada pada *chute* 2. Setelah 10 detik, maka *conveyour* atas akan berhenti dan solenoid 2 akan menutup bersamaan dengan aktifnya *chute* 1 dan membuat benda kerja jatuh ke *conveyour* bawah dan membuat sensor opt3 *high*. (menuju proses j)ii)
- j) Selanjutnya ada 2 kemungkinan yang akan terjadi :

- i) Saat sensor opt4 kondisi *high*, maka dispenser 2 akan aktif mengeluarkan bagian dasar perakitan bersamaan dengan aktifnya *conveyour* bawah. Kemudian *conveyour* bawah akan terus aktif membawa benda kerja hasil perakitan hingga dideteksi oleh sensor opto6. Saat sensor opto 6 *high*, maka *conveyour* bawah akan berhenti dan dispenser 1 akan mengeluarkan benda kerja baru (kembali ke proses a)
- ii) Saat sensor opt3 kondisi *high*, maka dispenser 2 akan aktif mengeluarkan bagian dasar perakitan bersamaan dengan aktifnya solenoid 4 dan *conveyour* bawah. Kemudian solenoid 4 dan *conveyour* bawah akan terus aktif membawa benda kerja hasil perakitan hingga dideteksi oleh sensor opto5. Saat sensor opto 6 *high*, maka *conveyour* bawah akan berhenti dan dispenser 1 akan mengeluarkan benda kerja baru (kembali ke proses a)
- k) Semua proses diatas akan terus berulang, hingga tombol stop di aktifkan.

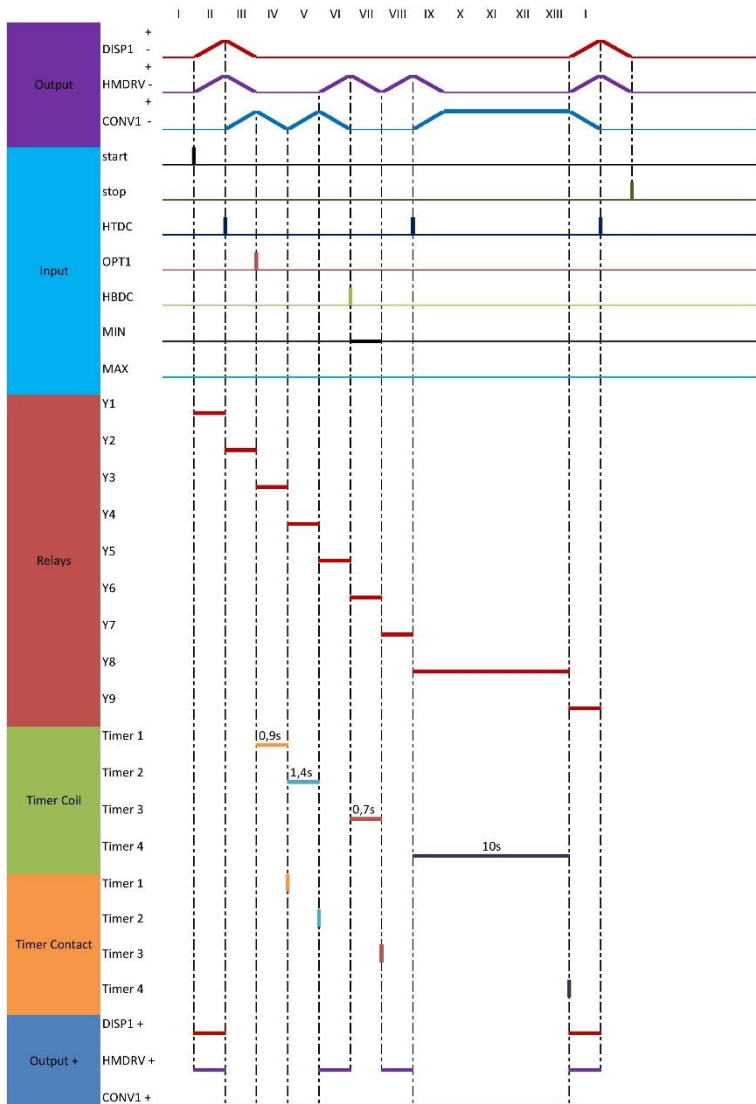
### **3.2 Perancangan Sequence Chart**

Pada tugas akhir ini perancangan *sequence chart* berdasarkan langkah kerja *plant* prosesnya dibagi menjadi 3 sebelum dibuat secara keseluruhan untuk mempermudah pengerjaan dan penjelasannya. Yaitu *sequence chart rejected*, *height* ok material logam dan *height* ok material plastik. Pada perancangan dan pembuatan *sequence chart* terdapat output, input, relay, timer coil, timer contact dan output +. Penentuan jumlah relay pada *sequence chart* bergantung pada jumlah perubahan output. Perubahan output yang dimaksudkan adalah setiap ada perubahan kondisi output oleh sebuah input (*set dan reset*), maka diberikan 1 relay.

#### **3.2.1 Rejected**

pada proses *rejected*, dimaksudkan ketika dilakukan pengukuran ketebalan benda kerja, ketebalannya tidak sesuai untuk dilakukan perakitan (7 atau 9 mm) seperti pada gambar 3.17.

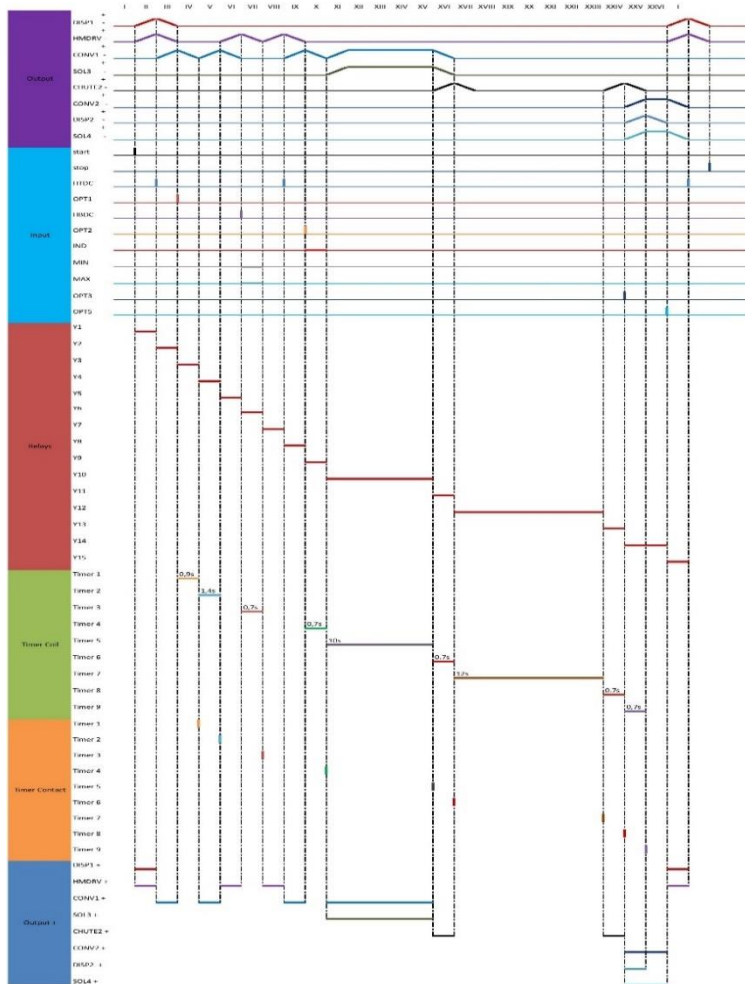




**Gambar 3. 17** Sequence Chart *Rejected*

### 3.2.2 Height ok Material Logam

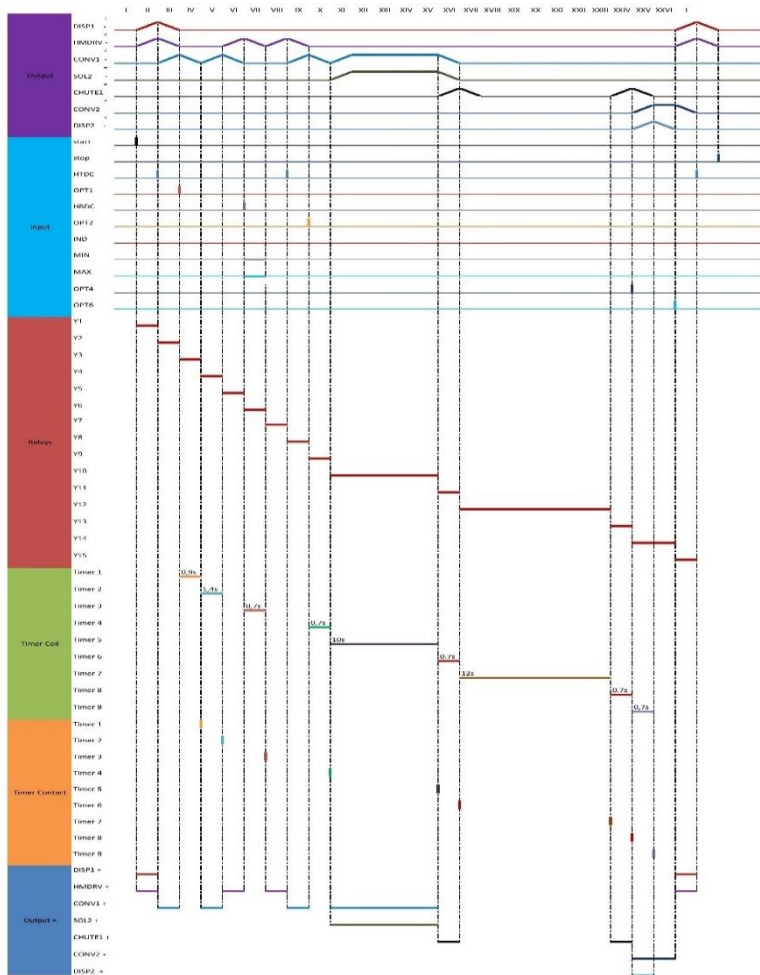
Pada proses ini, dimaksudkan ketika dilakukan pengukuran ketebalan benda kerja, ketebalannya sesuai untuk dirakit (8mm). Saat dilakukan pengecekan material benda kerja, benda kerja terbuat dari logam seperti pada gambar 3.18.



Gambar 3. 18 Sequence chart height ok material logam

### 3.2.3 Height ok Material Plastik

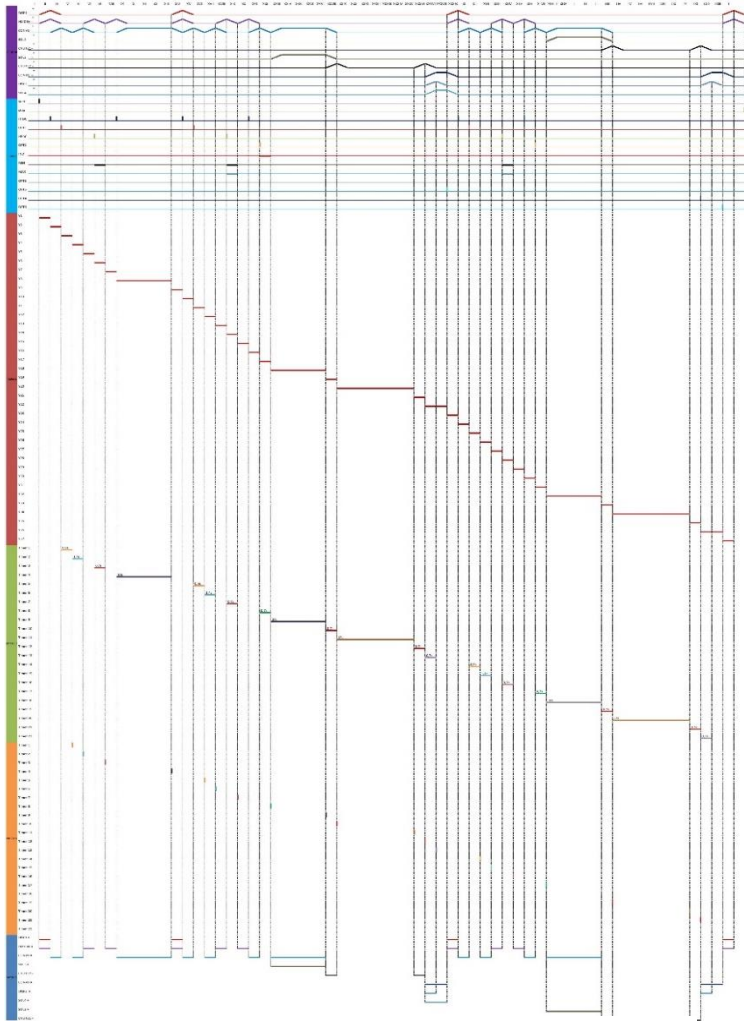
Pada proses ini, dimaksudkan ketika dilakukan pengukuran ketebalan benda kerja, ketebalannya sesuai untuk dirakit (8mm). Saat dilakukan pengecekan material benda kerja, benda kerja terbuat dari plastik seperti pada gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Sequence Chart height ok material plastik

### 3.2.4 Keseluruhan

Pada proses ini merupakan gabungan dari ke 3 proses yaitu, rejected, *height* ok material logam dan *height* ok material plastik. Seperti pada gambar 3.20.

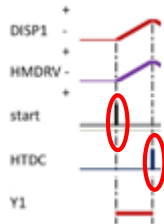


**Gambar 3. 20** *Sequence Chart* keseluruhan

### 3.3 Switching Function

Proses pembuatan *switching function* berdasarkan *sequence chart*. Cara pembuatannya berdasarkan tiap masing-masing relay. Berikut ini merupakan konversi dari *sequence chart* menjadi *switching function* dari gambar 3.20.

- Relay  $Y_1$



Gambar 2. 1 set dan reset pada relay  $y_1$

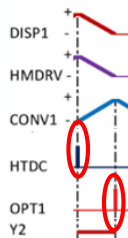
Berdasarkan gambar 2.28, relay  $y_1$  di set oleh start dan di reset oleh ht dc. kemudian didalam  $y_1$  terdapat perubahan output  $disp_1(+)$  dan  $hmdrv(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching function*nya adalah

$$Y_1 = (start + Y_1) * \overline{htdc}$$

$$disp_1(+) = Y_1$$

$$hmdrv(+) = Y_1$$

- Relay  $y_2$



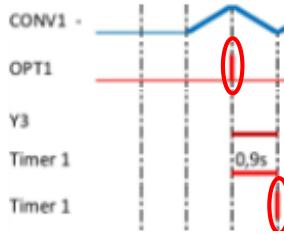
Gambar 2. 2 set dan reset pada relay  $y_2$

Berdasarkan gambar 2.29, relay  $y_2$  di set oleh ht dc dan di reset oleh  $opt_1$ . kemudian didalam  $y_2$  terdapat perubahan output

$disp_1(-)$ ,  $conv_1(+)$  dan  $hmdrv(-)$  sehingga dapat dituliskan *switching function*nya adalah

$$\begin{aligned} Y_2 &= (htdc + Y_2) * \overline{opt_1} \\ disp_1(-) &= Y_2 \\ hmdrv(-) &= Y_2 \\ conv_1(+) &= Y_2 \end{aligned}$$

- Relay  $y_3$

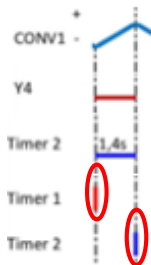


**Gambar 2. 3 set dan reset pada relay  $y_3$**

Berdasarkan gambar 2.30, relay  $y_3$  di set oleh  $opt_1$  dan di reset oleh  $t_1$ . kemudian didalam  $y_3$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$  dan juga terdapat timer 1 dengan preset time 0,9s sehingga dapat dituliskan *switching function*nya adalah

$$\begin{aligned} Y_3 &= (opt_1 + Y_3) * \overline{t_1} \\ conv_1(-) &= Y_3 \\ t_1 &= (opt_1 + y_3) * \overline{t_1} \\ pt\ t_1 &= 0,9s \end{aligned}$$

- Relay  $y_4$

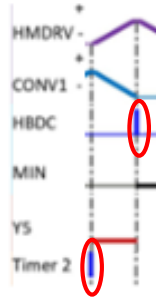


**Gambar 2. 4 set dan reset pada relay  $y_4$**

Berdasarkan gambar 2.31, relay  $y_4$  di set oleh  $t_1$  dan di reset oleh  $t_2$ . kemudian didalam  $y_4$  terdapat perubahan output  $conv_1(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned} Y_4 &= (t_1 + Y_4) * \bar{t}_2 \\ conv_1(+) &= Y_4 \\ t_2 &= (t_1 + y_4) * \bar{t}_2 \\ pt \ t_2 &= 1,4s \end{aligned}$$

- Relay  $y_5$

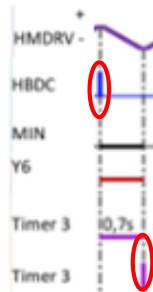


**Gambar 2. 5 set dan reset pada relay  $y_5$**

Berdasarkan gambar 2.32, relay  $y_5$  di set oleh  $t_2$  dan di reset oleh  $hbdc$ . kemudian didalam  $y_5$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$  dan  $hmdrv(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned} Y_5 &= (t_2 + Y_5) * \overline{hbdc} \\ hmdrv(+) &= Y_5 \\ conv_1(-) &= Y_5 \end{aligned}$$

- Relay  $y_6$

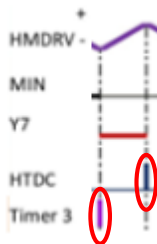


**Gambar 2. 6 set dan reset pada relay  $y_6$**

Berdasarkan gambar 2.33, relay  $y_6$  di set oleh  $hbdc$  dan di reset oleh  $t_3$ . kemudian didalam  $y_5$  terdapat perubahan output  $hmdrv(-)$  dan juga terdapat timer 3 dengan preset time 0,7s sehingga dapat dituliskan *switching fonctionnya* adalah

$$\begin{aligned}
 Y_6 &= (hbdc * hmin + Y_6) * \bar{t}_3 \\
 hmdrv(-) &= Y_6 \\
 t_3 &= (hbdc * hmin + y_6) * \bar{t}_3 \\
 pt \ t_1 &= 0,9s
 \end{aligned}$$

- Relay  $y_7$



**Gambar 2. 7 set dan reset pada relay  $y_7$**

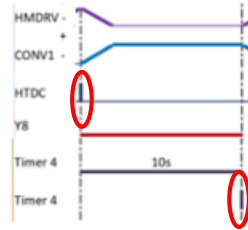


Berdasarkan gambar 2.34, relay  $y_7$  di set oleh  $t_3$  dan di reset oleh  $htdc$ . kemudian didalam  $y_7$  terdapat perubahan output  $hmdrv(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$y_7 = (min * t_3 + y_7) * \overline{htdc}$$

$$hmdrv(+) = y_7$$

- Relay  $y_8$



**Gambar 2. 8 set dan reset pada relay  $y_8$**

Berdasarkan gambar 2.35, relay  $y_8$  di set oleh  $t_3$  dan di reset oleh  $htdc$ . kemudian didalam  $y_7$  terdapat perubahan output  $hmdrv(+)$  dan juga terdapat timer 4 dengan preset time 10s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$y_8 = (htdc + y_8) * \overline{t_4}$$

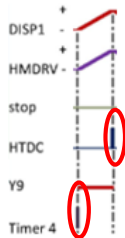
$$hmdrv(-) = y_8$$

$$conv_1(+) = y_8$$

$$t_4 = (htdc + y_8) * \overline{t_4}$$

Preset time  $t_4 = 10s$

- Relay  $y_9$



**Gambar 2. 9 set dan reset pada  $y_9$**

Berdasarkan gambar 2.36, relay  $y_9$  di set oleh  $t_4$  dan di reset oleh  $htdc$ . kemudian didalam  $y_7$  terdapat perubahan output  $hmdrv(+)$ ,  $disp_1(+)$  dan  $conv_1(-)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}y_9 &= (t_4 + y_9) * \overline{htdc} \\hmdrv (+) &= y_9 \\disp_1 (+) &= y_9 \\conv_1 (-) &= y_9\end{aligned}$$

- Relay  $y_{10}$   
relay  $y_{10}$  di set oleh  $htdc$  dan di reset oleh  $opt_1$ . kemudian didalam  $y_{10}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(-)$ ,  $disp_1(-)$  dan  $conv_1(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}y_{10} &= (htdc + y_{10}) * \overline{opt_1} \\disp_1 (-) &= y_{10} \\(hmdrv -) &= y_{10} \\(conv_1 +) &= y_{10}\end{aligned}$$

- Relay  $y_{11}$   
relay  $y_{11}$  di set oleh  $opt_1$  dan di reset oleh  $t_5$ . kemudian didalam  $y_{11}$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$  dan juga terdapat timer 5 dengan preset time 0,9s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}y_{11} &= (opt_1 + y_{11}) * \overline{t_5} \\conv_1 (-) &= y_{11} \\t_5 &= (opt_1 + y_{11}) * \overline{t_5} \\Preset\ time\ t_5 &= 0,9s\end{aligned}$$

- Relay  $y_{12}$   
relay  $y_{12}$  di set oleh  $t_5$  dan di reset oleh  $t_6$ . kemudian didalam  $y_{12}$  terdapat perubahan output  $conv_1(+)$  dan juga terdapat timer 6 dengan preset time 1,4s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{12} &= (t_5 + y_{12})^* \bar{t}_6 \\
conv_1 (+) &= y_{12} \\
t_6 &= (t_5 + y_{12})^* \bar{t}_6 \\
Preset\ time\ t_6 &= 1,4s
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{13}$

relay  $y_{13}$  di set oleh  $t_6$  dan di reset oleh  $hbdc$  . kemudian didalam  $y_{13}$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$  dan  $hmdrv(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{13} &= (t_6 + y_{13})^* \bar{hbdc} \\
(hmdrv+) &= y_{13} \\
(conv_1 -) &= y_{13}
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{14}$

relay  $y_{10}$  di set oleh  $hbdc, hmin, hmax$  dan di reset oleh  $t_7$  . kemudian didalam  $y_{10}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(-)$  dan juga terdapat timer 7 dengan preset time 0,7s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{14} &= (hbdc * min * max + y_{14})^* \bar{t}_7 \\
(hmdrv -) &= y_{14} \\
t_7 &= (hbdc * min * max + y_{14})^* \bar{t}_7 \\
Preset\ time\ t_7 &= 0,7s
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{15}$

relay  $y_{15}$  di set oleh  $hmin, hmax$  dan di reset oleh  $htdc$  . kemudian didalam  $y_{15}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{15} &= (min * max * t_7 + y_{15})^* \bar{htdc} \\
(hmdrv+) &= y_{15}
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{16}$

relay  $y_{16}$  di set oleh  $htdc$  dan di reset oleh  $opt_2$  . kemudian didalam  $y_{16}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(-)$  dan  $conv_1(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$y_{16} = (htdc + y_{16})^* \overline{opt_2}$$

$$(hmdrv -) = y_{16}$$

$$(conv_1 +) = y_{16}$$

- Relay  $y_{17}$

relay  $y_{17}$  di set oleh  $opt_2, ind$  dan di reset oleh  $t_8$  . kemudian didalam  $y_{17}$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$  dan juga terdapat timer 8 dengan preset time 0,7s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$y_{17} = (ind^* opt_2 + y_{17})^* \bar{t}_8$$

$$(conv_1 -) = y_{17}$$

$$t_8 = (ind^* opt_2 + y_{17})^* \bar{t}_8$$

$$Preset\ time\ t_8 = 0,7s$$

- Relay  $y_{18}$

relay  $y_{18}$  di set oleh  $t_8, ind$  dan di reset oleh  $t_9$  . kemudian didalam  $y_{18}$  terdapat perubahan output  $conv_1(+)$ ,  $sol_3(+)$  dan juga terdapat timer 9 dengan preset time 10s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$y_{18} = (ind^* t_8 + y_{18})^* \bar{t}_9$$

$$(conv_1 +) = y_{18}$$

$$(sol_3 +) = y_{18}$$

$$t_9 = (ind^* t_8 + y_{18})^* \bar{t}_9$$

$$Preset\ time\ t_9 = 10s$$

- Relay  $y_{19}$

relay  $y_{19}$  di set oleh  $t_9$  dan di reset oleh  $opt_3$  . kemudian didalam  $y_{19}$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$ ,  $sol_3(-)$  dan  $chute_2(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$y_{19} = (t_9 + y_{19})^* \overline{opt_3}$$

$$(conv_1 -) = y_{19}$$

$$(sol_3 -) = y_{19}$$

$$(chute_2 +) = y_{19}$$

- Relay  $y_{20}$   
 relay  $y_{20}$  di set oleh  $opt_3$  dan di reset oleh  $opt_5$  . kemudian didalam  $y_{20}$  terdapat perubahan output  $conv_2(+)$ ,  $sol_4(+)$ ,  $chute_2(-)$ ,  $disp_2(+)$  dan juga terdapat timer 10 dengan preset time 0,7s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
 y_{20} &= (opt_3 + y_{20})^* \overline{opt_5} \\
 (chute_2 -) &= y_{20} \\
 (conv_2 +) &= y_{20} \\
 (sol_4 +) &= y_{20} \\
 (disp_2 +) &= (opt_3 + y_{20})^* \overline{t_{10}} \\
 t_{10} &= (opt_3 + y_{20})^* \overline{t_{10}} \\
 \text{Preset time } t_{10} &= 0,7s
 \end{aligned}$$

- Relay  $y_{21}$   
 relay  $y_{21}$  di set oleh  $opt_5$  dan di reset oleh  $htdc$  . kemudian didalam  $y_{21}$  terdapat perubahan output  $conv_2(-)$ ,  $sol_4(-)$   $disp_1(+)$  dan  $hmdrv(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
 y_{21} &= (opt_5 + y_{21})^* \overline{htdc} \\
 (disp_1 +) &= y_{21} \\
 (hmdrv +) &= y_{21} \\
 (conv_2 -) &= y_{21} \\
 (sol_4 -) &= y_{21}
 \end{aligned}$$

- Relay  $y_{22}$   
 relay  $y_{22}$  di set oleh  $htdc$  dan di reset oleh  $opt_1$  . kemudian didalam  $y_{22}$  terdapat perubahan output  $conv_1(+)$ ,  $disp_1(-)$  dan  $hmdrv(-)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{22} &= (htdc + y_{22}) * \overline{opt_1} \\
(displ_1 -) &= y_{22} \\
(hmdrv -) &= y_{22} \\
(conv_1 +) &= y_{22}
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{23}$

relay  $y_{23}$  di set oleh  $opt_1$  dan di reset oleh  $t_{11}$ . kemudian didalam  $y_{23}$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$  dan juga terdapat timer 11 dengan preset time 0,9s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{23} &= (opt_1 + y_{23}) * \overline{t_{11}} \\
(conv_1 -) &= y_{23} \\
t_{11} &= (opt_1 + y_{23}) * \overline{t_{11}} \\
Preset\ time\ t_{11} &= 0,9s
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{24}$

relay  $y_{24}$  di set oleh  $t_{11}$  dan di reset oleh  $t_{12}$ . kemudian didalam  $y_{24}$  terdapat perubahan output  $conv_1(+)$  dan juga terdapat timer 12 dengan preset time 1,4s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{24} &= (t_{11} + y_{24}) * \overline{t_{12}} \\
(conv_1 +) &= y_{24} \\
t_{12} &= (t_{11} + y_{24}) * \overline{t_{12}} \\
Preset\ time\ t_{12} &= 1.4s
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{25}$

relay  $y_{25}$  di set oleh  $t_{12}$  dan di reset oleh  $hbd$ . kemudian didalam  $y_{25}$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$ , dan  $hmdrv(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}
y_{25} &= (t_{12} + y_{25}) * \overline{hbd} \\
(hmdrv +) &= y_{25} \\
(conv_1 -) &= y_{25}
\end{aligned}$$

- Relay  $y_{26}$   
 relay  $y_{26}$  di set oleh  $hbdc, hmin, hmax$  dan di reset oleh  $t_{13}$ .  
 kemudian didalam  $y_{20}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(-)$ , dan  
 juga terdapat timer 13 dengan preset time 0,7s sehingga dapat  
 dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned} y_{26} &= (hbdc * min * max + y_{26}) * \overline{t_{13}} \\ (hmdrv -) &= y_{26} \\ t_{13} &= (hbdc * min * max + y_{26}) * \overline{t_{13}} \\ \text{Preset time } t_{13} &= 0,7s \end{aligned}$$

- Relay  $y_{27}$   
 relay  $y_{27}$  di set oleh  $t_{13}, hmin, hmax$  dan di reset oleh  $htdc$ .  
 kemudian didalam  $y_{27}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(+)$   
 sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned} y_{27} &= (min * max * t_{13} + y_{27}) * \overline{htdc} \\ (hmdrv +) &= y_{27} \end{aligned}$$

- Relay  $y_{28}$   
 relay  $y_{28}$  di set oleh  $htdc$  dan di reset oleh  $opt_2$ . kemudian  
 didalam  $y_{28}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(-)$  dan  $conv_1(+)$   
 sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned} y_{28} &= (htdc + y_{28}) * \overline{opt_2} \\ (hmdrv -) &= y_{28} \\ (conv_1 +) &= y_{28} \end{aligned}$$

- Relay  $y_{29}$   
 relay  $y_{29}$  di set oleh  $opt_2$  dan di reset oleh  $t_{14}$ . kemudian didalam  
 $y_{29}$  terdapat perubahan output  $conv_1(-)$ , dan juga terdapat timer  
 14 dengan preset time 0,7s sehingga dapat dituliskan *switching*  
*functionnya* adalah

$$\begin{aligned} y_{29} &= (opt_2 + y_{29}) * \overline{ind} * \overline{t_{14}} \\ (conv_1 -) &= y_{29} \\ t_{14} &= (opt_2 + y_{29}) * \overline{t_{14}} \\ \text{Preset time } t_{14} &= 0,7s \end{aligned}$$

- Relay  $y_{30}$

relay  $y_{30}$  di set oleh  $t_{14}$  dan di reset oleh  $t_{15}$ . kemudian didalam  $y_{30}$  terdapat perubahan output  $conv_1(+)$ ,  $sol_2(+)$  dan juga terdapat timer 14 dengan preset time 10s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}y_{30} &= (t_{14} + y_{30})^* \overline{t_{15}} \\(conv_1 +) &= y_{30} \\(sol_2 +) &= y_{30} \\t_{15} &= (t_{14} + y_{30})^* \overline{t_{15}} \\Preset\ time\ t_{15} &= 10s\end{aligned}$$

- Relay  $y_{31}$

relay  $y_{31}$  di set oleh  $t_{15}$  dan di reset oleh  $opt_4$ . kemudian didalam  $y_{31}$  terdapat perubahan output  $sol_2(-)$ ,  $chute_1(+)$  dan  $conv_1(-)$  sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}y_{31} &= (t_{15} + y_{31})^* \overline{opt_4} \\(conv_1 -) &= y_{31} \\(sol_2 -) &= y_{31} \\(chute_1 +) &= y_{31}\end{aligned}$$

- Relay  $y_{32}$

relay  $y_{32}$  di set oleh  $opt_4$  dan di reset oleh  $opt_6$ . kemudian didalam  $y_{32}$  terdapat perubahan output  $chute_1(-)$ ,  $conv_2(+)$ ,  $disp_2(+)$  dan juga terdapat timer 16 dengan preset time 0,7s sehingga dapat dituliskan *switching functionnya* adalah

$$\begin{aligned}y_{32} &= (opt_4 + y_{32})^* \overline{opt_6} \\(chute_1 -) &= y_{32} \\(conv_2 +) &= y_{32} \\(disp_2 +) &= (opt_4 + y_{32})^* \overline{t_{16}} \\t_{16} &= (opt_4 + y_{32})^* \overline{t_{16}} \\Preset\ time\ t_{16} &= 0,7s\end{aligned}$$

- Relay  $y_{33}$



relay  $y_{33}$  di set oleh  $opt_6$  dan di reset oleh  $htdc$ . kemudian didalam  $y_{33}$  terdapat perubahan output  $hmdrv(+)$  dan  $conv_2(-)$  dan  $disp_1(+)$  sehingga dapat dituliskan *switching function*nya adalah

$$y_{33} = (opt_6 + y_{33})^* \overline{htdc}$$

$$(disp_1 +) = y_{33}$$

$$(hmdrv +) = y_{33}$$

$$(conv_2 -) = y_{33}$$

### 3.4 Pengalaman Komponen

Proses selanjutnya setelah selesai membuat *switching function*, dilakukan proses konversi dari hasil perancangan ke dalam bentuk *ladder diagram* sehingga dapat diterapkan pada PLC. Sebelum membuat sebuah program *ladder diagram* dilakukan pengalaman (*addressing*) untuk setiap sensor dan aktuator yang digunakan dalam *plant dual conveyor*. Tabel 3.1 berikut ini merupakan pengalaman yang dibuat untuk pemrograman menggunakan PLC Omron CP1E-30.

**Tabel 3. 1** Pengalaman input dan output PLC Omron CP1E-30

No	INPUT		OUTPUT	
	NAMA	ALAMAT	NAMA	ALAMAT
1	Start	00.0	DISP1	100.00
2	Stop	00.1	CONV1	100.01
3	OPT1	00.2	HMDRV	100.02
4	HBDC	00.3	SOL2 (Flipper 1)	100.03
5	HTDC	00.4	SOL3 (Flipper 2)	100.04
6	Hmin	00.5	Chute 1	100.05
7	OPT2	00.6	Chute 2	100.06
8	IND	00.7	CONV2	100.07
9	OPT4 (Chute 1)	00.8	DISP2	101.00
10	OPT3 (Chute 2)	00.9	SOL4 (Flipper 3)	101.01
11	OPT5 (Metal)	00.10		
12	OPT6 (Plastic)	00.11		
13	Hmax	01.00		

Disamping alamat input dan output, pada pemrograman *ladder* dengan menggunakan metode *sequence chart* menggunakan relay internal,

sehingga relay-relay tersebut juga harus memiliki alamat. Berikut ini merupakan alamat dari relay pada tabel 3. 2

**Tabel 3. 2** Pengalamatan Relay PLC Omron CP1E-30

RELAY					
No	NAMA	ALAMAT	No	NAMA	ALAMAT
1	Y1	W1.00	20	Y20	W20.00
2	Y2	W2.00	21	Y21	W21.00
3	Y3	W3.00	22	Y22	W22.00
4	Y4	W4.00	23	Y23	W23.00
5	Y5	W5.00	24	Y24	W24.00
6	Y6	W6.00	25	Y25	W25.00
7	Y7	W7.00	26	Y26	W26.00
8	Y8	W8.00	27	Y27	W27.00
9	Y9	W9.00	28	Y28	W28.00
10	Y10	W10.00	29	Y29	W29.00
11	Y11	W11.00	30	Y30	W30.00
12	Y12	W12.00	31	Y31	W31.00
13	Y13	W13.00	32	Y32	W32.00
14	Y14	W14.00	33	Y33	W33.00
15	Y15	W15.00	34	Y34	W34.00
16	Y16	W16.00	35	Y35	W35.00
17	Y17	W17.00	36	Y36	W36.00
18	Y18	W18.00	37	Y37	W37.00
19	Y19	W19.00			

### 3.5 Pemrograman *Ladder Diagram*

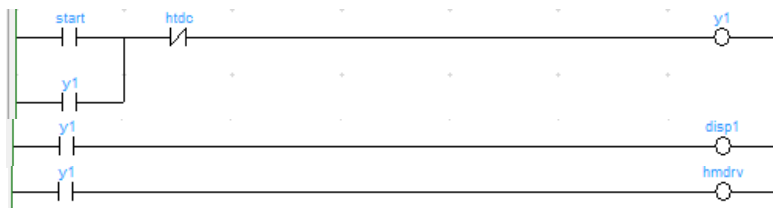
Pada proses pemrograman *ladder diagram* , hasil dari *switching function* akan dikonversi berdasarkan masing-masing relay yang telah di modelkan. Berikut ini merupakan hasil dari konversi *ladder diagram*nya

- Relay  $y_1$

$$Y_1 = (start + Y_1) * \overline{htdc}$$

$$disp_1(+) = Y_1$$

$$hmdrv(+) = Y_1$$



Gambar 3. 21 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_1$

- Relay  $y_2$

$$Y_2 = (htdc + Y_2) * \overline{opt_1}$$

$$disp_1(-) = Y_2$$

$$hmdrv(-) = Y_2$$

$$conv_1(+) = Y_2$$



Gambar 3. 22 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_2$

- Relay  $y_3$

$$Y_3 = (opt_1 + Y_3) * \overline{t_1}$$

$$conv_1(-) = Y_3$$

$$t_1 = (opt_1 + y_3) * \overline{t_1}$$

$$pt\ t_1 = 0,9s$$



Gambar 3. 23 konversi diagram ladder dari switching function relay  $y_3$

- Relay  $y_4$

$$Y_4 = (t_1 + Y_4) * \bar{t}_2$$

$$conv_1(+) = Y_4$$

$$t_2 = (t_1 + y_4) * \bar{t}_2$$

$$pt \ t_2 = 1,4s$$

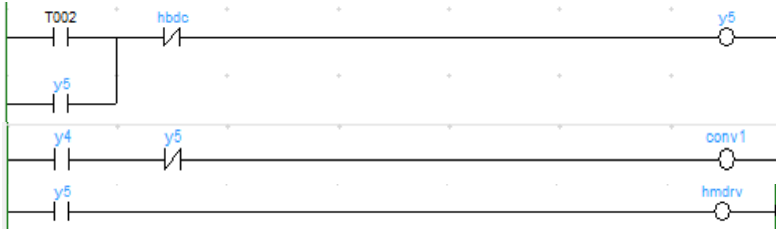


- Relay  $y_5$

$$Y_5 = (t_2 + Y_5) * \overline{hbdc}$$

$$hmdrv(+) = Y_5$$

$$conv_1(-) = Y_5$$



Gambar 3. 24 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_5$

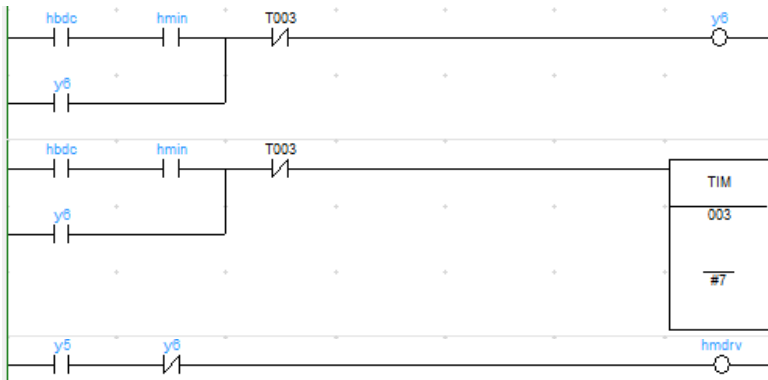
- Relay  $y_6$

$$Y_6 = (hbdc * hmin + Y_6) * \overline{t_3}$$

$$hmdrv(-) = Y_6$$

$$t_3 = (hbdc * hmin + y_6) * \overline{t_3}$$

$$pt\ t_1 = 0,9s$$

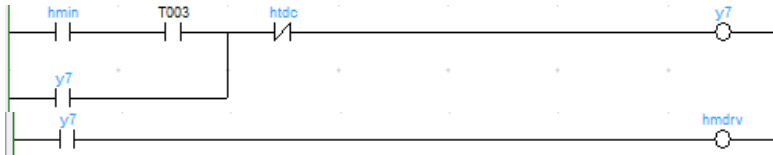


Gambar 3. 25 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_6$

- Relay  $y_7$

$$y_7 = (min * t_3 + y_7) * \overline{htdc}$$

$$hmdrv(+) = y_7$$



Gambar 3. 26 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_7$

- Relay  $y_8$

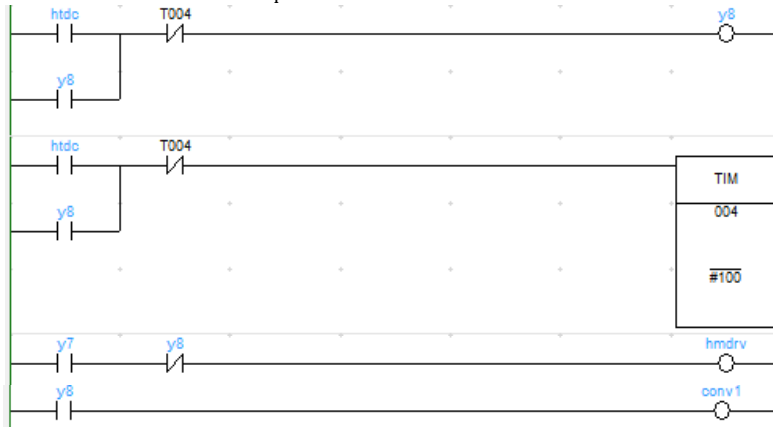
$$y_8 = (htdc + y_8) * \overline{t_4}$$

$$hmdrv(-) = y_8$$

$$conv_1(+) = y_8$$

$$t_4 = (htdc + y_8) * \overline{t_4}$$

$$\text{Preset time } t_4 = 10s$$



Gambar 3. 27 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_8$

- Relay  $y_9$

$$y_9 = (t_4 + y_9) * \overline{htdc}$$

$$hmdrv (+) = y_9$$

$$disp_1 (+) = y_9$$

$$conv_1 (-) = y_9$$



Gambar 3. 28 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_9$

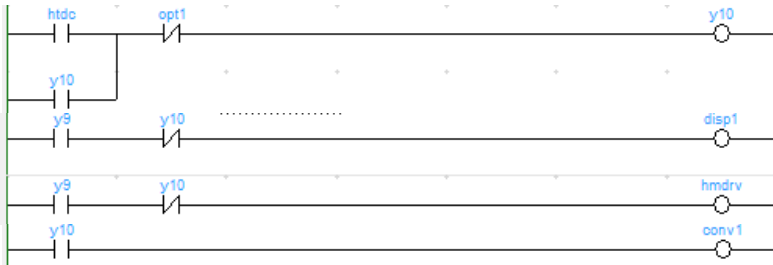
- Relay  $y_{10}$

$$y_{10} = (htdc + y_{10}) * \overline{opt_1}$$

$$disp_1 (-) = y_{10}$$

$$(hmdrv -) = y_{10}$$

$$(conv_1 +) = y_{10}$$



Gambar 3. 29 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{10}$

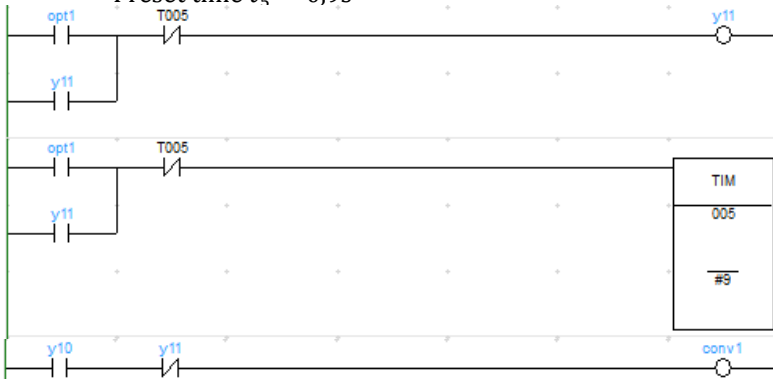
- Relay  $y_{11}$

$$y_{11} = (opt_1 + y_{11}) * \bar{t}_5$$

$$conv_1(-) = y_{11}$$

$$t_5 = (opt_1 + y_{11}) * \bar{t}_5$$

$$\text{Preset time } t_5 = 0,9s$$



Gambar 3. 30 konversi diagram ladder dari switching function relay  $y_{11}$

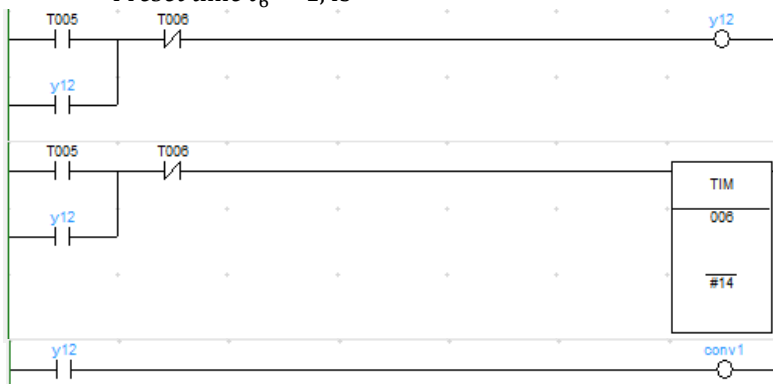
- Relay  $y_{12}$

$$y_{12} = (t_5 + y_{12}) * \bar{t}_6$$

$$conv_1(+) = y_{12}$$

$$t_6 = (t_5 + y_{12}) * \bar{t}_6$$

$$\text{Preset time } t_6 = 1,4s$$



Gambar 3. 31 konversi diagram ladder dari switching function relay  $y_{12}$



- Relay  $y_{13}$

$$y_{13} = (t_6 + y_{13}) * \overline{hbdc}$$

$$(hmdrv+) = y_{13}$$

$$(conv_1 -) = y_{13}$$



Gambar 3. 32 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{13}$

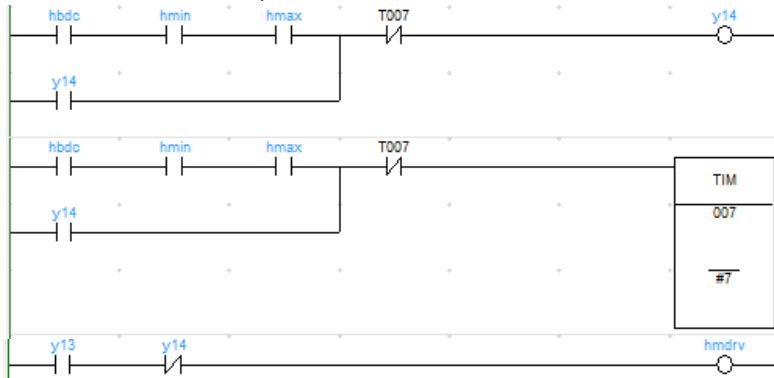
- Relay  $y_{14}$

$$y_{14} = (hbdc * min * max + y_{14}) * \overline{t_7}$$

$$(hmdrv -) = y_{14}$$

$$t_7 = (hbdc * min * max + y_{14}) * \overline{t_7}$$

$$Preset\ time\ t_7 = 0,7s$$

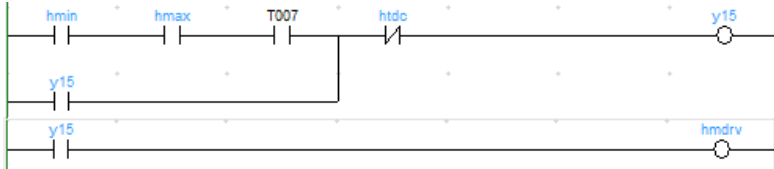


Gambar 3. 33 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{14}$

- Relay  $y_{15}$

$$y_{15} = (\min * \max * t_7 + y_{15}) * \overline{htdc}$$

$$(hmdrv +) = y_{15}$$



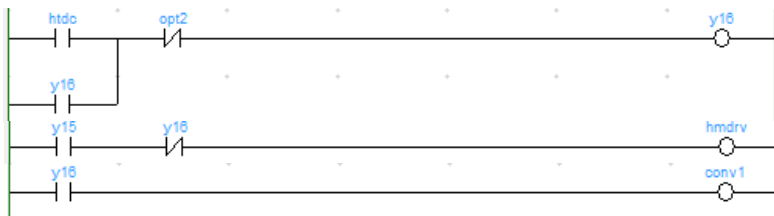
Gambar 3. 34 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{15}$

- Relay  $y_{16}$

$$y_{16} = (htdc + y_{16}) * \overline{opt_2}$$

$$(hmdrv -) = y_{16}$$

$$(conv_1 +) = y_{16}$$



Gambar 3. 35 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{16}$

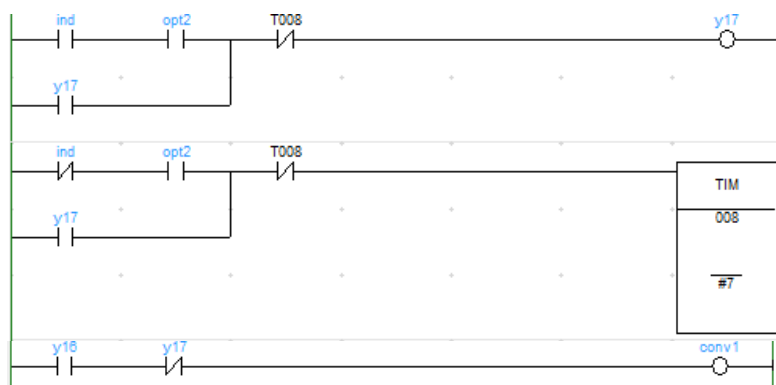
- Relay  $y_{17}$

$$y_{17} = (ind * opt_2 + y_{17}) * \overline{t_8}$$

$$(conv_1 -) = y_{17}$$

$$t_8 = (ind * opt_2 + y_{17}) * \overline{t_8}$$

$$\text{Preset time } t_8 = 0,7s$$



Gambar 3. 36 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{17}$

- Relay  $y_{18}$

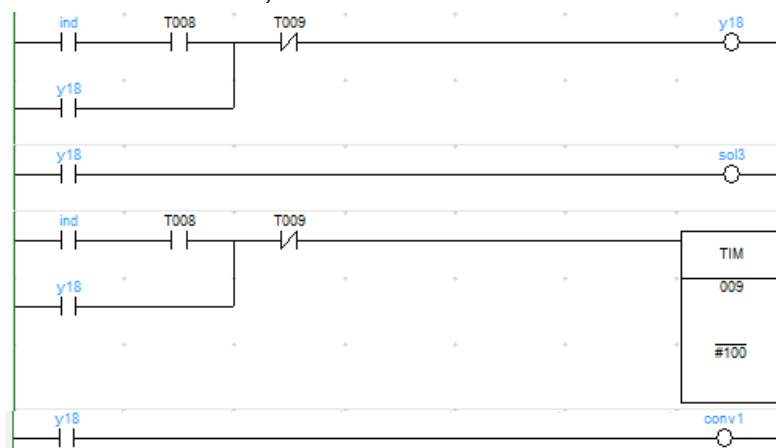
$$y_{18} = (ind * t_8 + y_{18}) * \bar{t}_9$$

$$(conv_1 +) = y_{18}$$

$$(sol_3 +) = y_{18}$$

$$t_9 = (ind * t_8 + y_{18}) * \bar{t}_9$$

$$\text{Preset time } t_9 = 10s$$



Gambar 3. 37 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{18}$

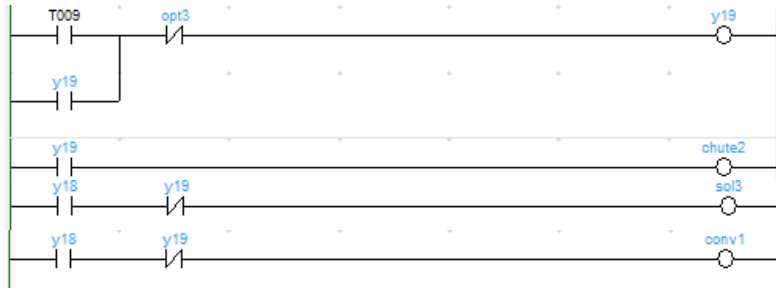
- Relay  $y_{19}$

$$y_{19} = (t_9 + y_{19}) * \overline{opt_3}$$

$$(conv_1 -) = y_{19}$$

$$(sol_3 -) = y_{19}$$

$$(chute_2 +) = y_{19}$$



**Gambar 3. 38 konversi diagram ladder dari switching function relay  $y_{19}$**

- Relay  $y_{20}$

$$y_{20} = (opt_3 + y_{20}) * \overline{opt_5}$$

$$(chute_2 -) = y_{20}$$

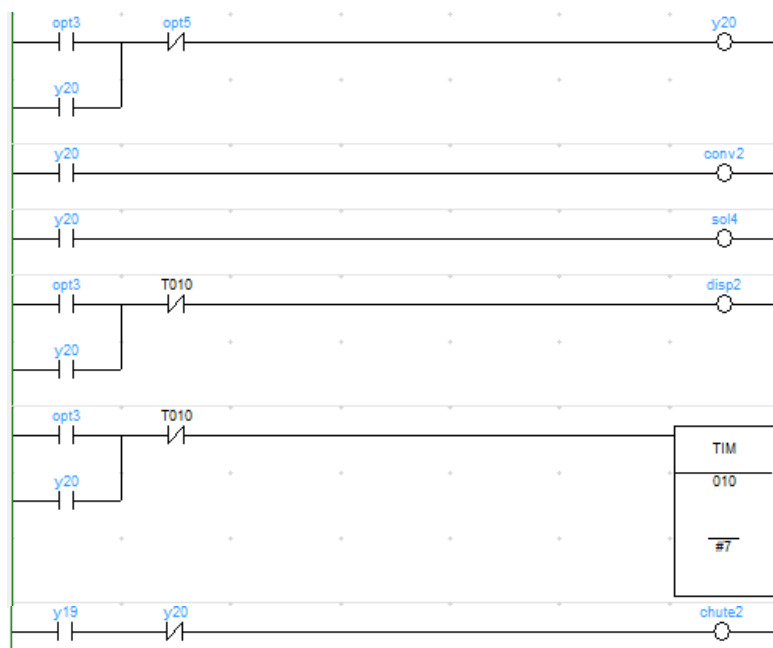
$$(conv_2 +) = y_{20}$$

$$(sol_4 +) = y_{20}$$

$$(disp_2 +) = (opt_3 + y_{20}) * \overline{t_{10}}$$

$$t_{10} = (opt_3 + y_{20}) * \overline{t_{10}}$$

$$Preset\ time\ t_{10} = 0,7s$$



**Gambar 3. 39** konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{20}$

- Relay  $y_{21}$

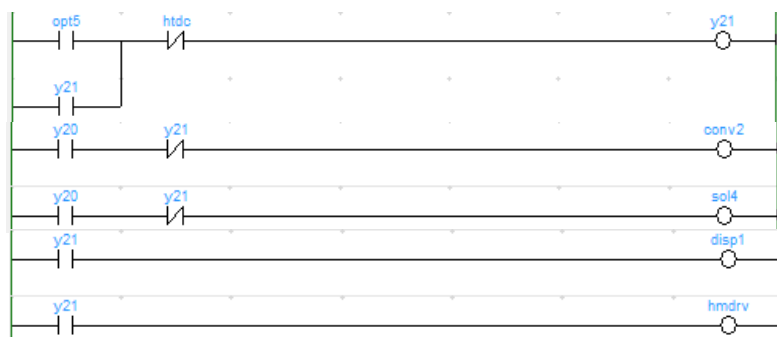
$$y_{21} = (opt_5 + y_{21})^* \overline{htdc}$$

$$(disp_1 +) = y_{21}$$

$$(hmdrv +) = y_{21}$$

$$(conv_2 -) = y_{21}$$

$$(sol_4 -) = y_{21}$$



**Gambar 3. 40** konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{21}$

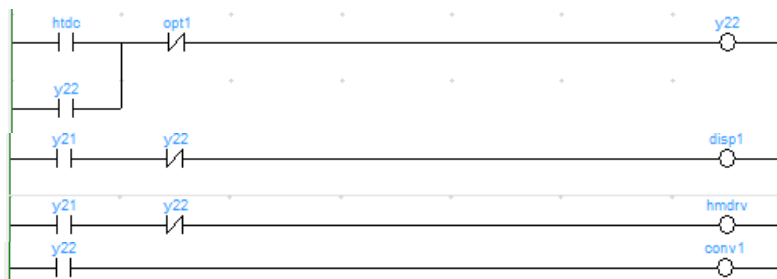
- Relay  $y_{22}$

$$y_{22} = (htdc + y_{22}) * \overline{opt_1}$$

$$(disp_1 -) = y_{22}$$

$$(hmdrv -) = y_{22}$$

$$(conv_1 +) = y_{22}$$



**Gambar 3. 41** konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{22}$

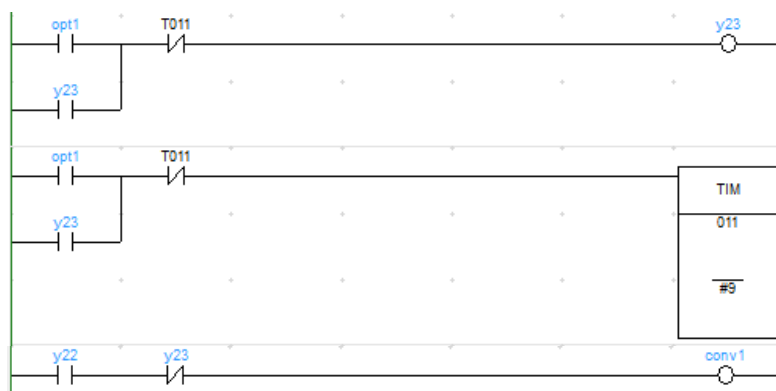
- Relay  $y_{23}$

$$y_{23} = (opt_1 + y_{23}) * \overline{t_{11}}$$

$$(conv_1 -) = y_{23}$$

$$t_{14} = (opt_1 + y_{23}) * \overline{t_{11}}$$

$$\text{Preset time } t_{11} = 0,9s$$



Gambar 3. 42 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{23}$

- Relay  $y_{24}$

$$y_{24} = (t_{11} + y_{24}) * \overline{t_{12}}$$

$$(conv_1 +) = y_{24}$$

$$t_{12} = (t_{11} + y_{24}) * \overline{t_{12}}$$

$$\text{Preset time } t_{12} = 1,4s$$



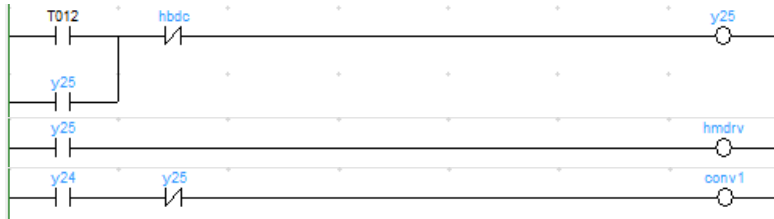
Gambar 3. 43 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{24}$

- Relay  $y_{25}$

$$y_{25} = (t_{12} + y_{25}) \cdot \overline{hbdc}$$

$$(hmdrv+) = y_{25}$$

$$(conv_1 -) = y_{25}$$



Gambar 3. 44 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{25}$

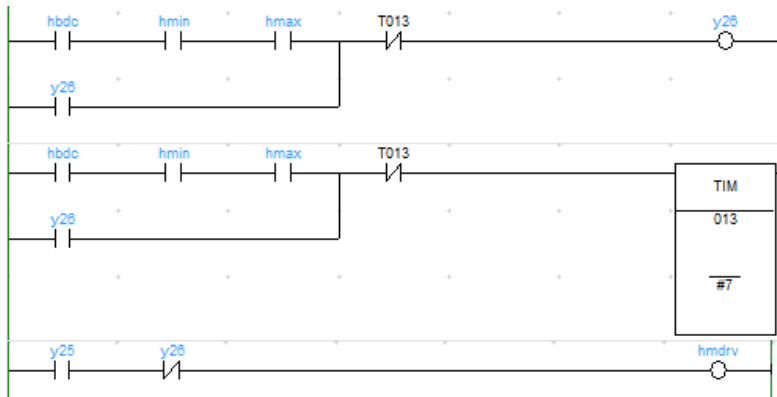
- Relay  $y_{26}$

$$y_{26} = (hbdc \cdot \min \cdot \max + y_{26}) \cdot \overline{t_{13}}$$

$$(hmdrv -) = y_{26}$$

$$t_{13} = (hbdc \cdot \min \cdot \max + y_{26}) \cdot \overline{t_{13}}$$

$$\text{Preset time } t_{13} = 0,7s$$



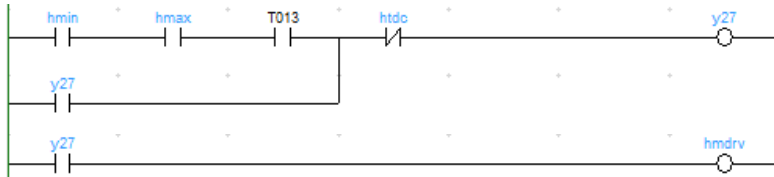
Gambar 3. 45 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{26}$



- Relay  $y_{27}$

$$y_{27} = (\min * \max * t_{13} + y_{27}) * \overline{htdc}$$

$$(hmdrv+) = y_{27}$$



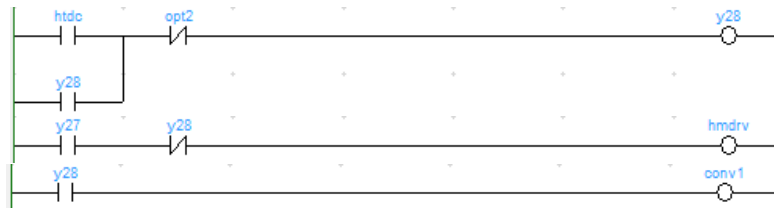
Gambar 3. 46 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{27}$

- Relay  $y_{28}$

$$y_{28} = (htdc + y_{28}) * \overline{opt_2}$$

$$(hmdrv -) = y_{28}$$

$$(conv_1 +) = y_{28}$$



Gambar 3. 47 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{28}$

- Relay  $y_{29}$

$$y_{29} = (opt_2 + y_{29}) * \overline{ind} * \overline{t_{14}}$$

$$(conv_1 -) = y_{29}$$

$$t_{14} = (opt_2 + y_{29}) * \overline{t_{14}}$$

$$Preset\ time\ t_{14} = 0,7s$$



Gambar 3. 48 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{29}$

- Relay  $y_{30}$

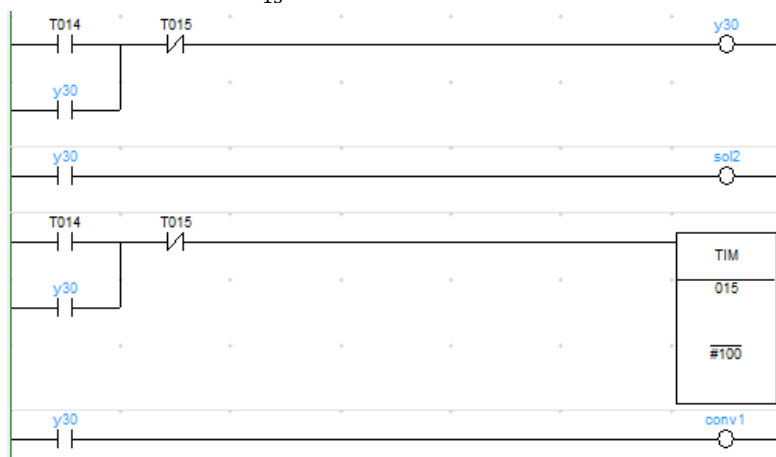
$$y_{30} = (t_{14} + y_{30}) * \overline{t_{15}}$$

$$(conv_1+) = y_{30}$$

$$(sol_2+) = y_{30}$$

$$t_{15} = (t_{14} + y_{30}) * \overline{t_{15}}$$

$$\text{Preset time } t_{15} = 10s$$



Gambar 3. 49 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{30}$

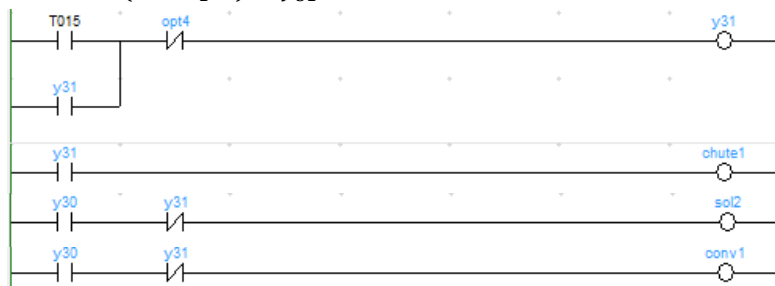
- Relay  $y_{31}$

$$y_{31} = (t_{15} + y_{31})^* \overline{opt_4}$$

$$(conv_1 -) = y_{31}$$

$$(sol_2 -) = y_{31}$$

$$(chute_1 +) = y_{31}$$



Gambar 3. 50 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{31}$

- Relay  $y_{32}$

$$y_{32} = (opt_4 + y_{32})^* \overline{opt_6}$$

$$(chute_1 -) = y_{32}$$

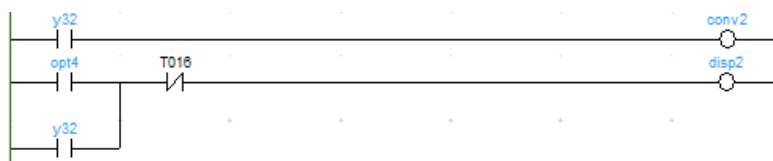
$$(conv_2 +) = y_{32}$$

$$(disp_2 +) = (opt_4 + y_{32})^* \overline{t_{16}}$$

$$t_{16} = (opt_4 + y_{32})^* \overline{t_{16}}$$

Preset time  $t_{10} = 0,7s$





Gambar 3. 51 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{32}$

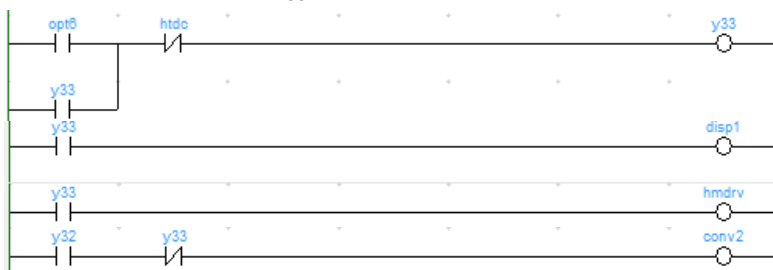
- Relay  $y_{33}$

$$y_{33} = (opt_6 + y_{33})^* \overline{htdc}$$

$$(disp_1 +) = y_{33}$$

$$(hmdrv +) = y_{33}$$

$$(conv_2 -) = y_{33}$$



Gambar 3. 52 konversi diagram *ladder* dari *switching function* relay  $y_{33}$

## BAB 4

### IMPLEMENTASI DAN ANALISA

Implementasi dilakukan setelah program *ladder* telah berhasil di konversi dari hasil metode yang digunakan.

#### 4.1 Proses Implementasi

Pada proses implementasi yang menjadi faktor keberhasilan dari implementasi adalah *power supply*, pengkabelan dan *plant*. *power supply* digunakan untuk sumber tenaga listrik bagi PLC dan *plant dual conveyor*, pengkabelan diharapkan dapat mengirimkan sinyal dari PLC menuju ke aktuator atau menerima sinyal dari sensor ke PLC.

##### 4.1.1 Pengkabelan

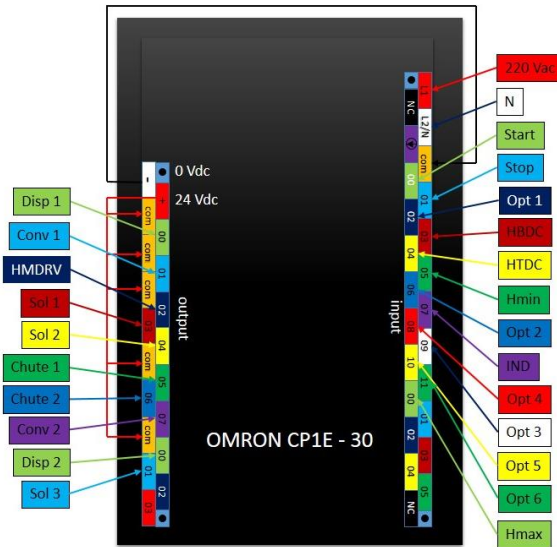
Untuk menghubungkan kontroler dengan *plant dual conveyor* memerlukan suatu koneksi agar keduanya dapat berkomunikasi. Untuk koneksi ini telah tersedia PCB *interface* yang memudahkan pengkabelan antara PLC dengan *plant*. Di dalamnya terdapat terminal soket khusus untuk pemasangan kabel dari *input* dan *output* PLC agar terhubung dengan sensor dan aktuator yang terdapat pada *plant dual conveyor* seperti pada gambar 4.1.



**Gambar 4. 1** PCB Antar muka

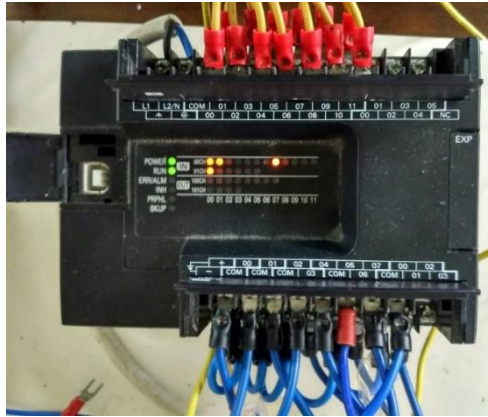
Pada pemasangan kabel pada PLC harus menyesuaikan dengan pengalaman yang telah ditentukan yang dijelaskan pada bab 3. Tandai setiap kabel sesuai dengan alamat yang akan dihubungkan, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya pemasangan kabel pada alamat yang salah. Pada PLC terdapat *port* terminal dengan alamat khusus yaitu COM, pengkabelan pada COM menggunakan teknik *sourcing*

Berikut merupakan skema pengkabelan PLC yang telah disesuaikan dengan pengalaman pada tabel 3.5.



**Gambar 4. 2** Pengkabelan PLC

Berdasarkan gambar 4.2 modul input dipasang secara *sinking* dan output secara *sourcing*. hasil pemasangannya terdapat pada gambar 4.3. Pastikan seluruh kabel terpasang dengan benar, bisa menggunakan Avo meter untuk tes koneksi dari PLC menuju antarmuka PCB, kemudian tes koneksi dari antarmuka menuju sensor atau aktuatur jika diperlukan. Proses tes ini bisa dilakukan juga untuk menyelesaikan masalah jika terjadi ketidaksesuaian antara program yang sedang berjalan pada *ladder* diagram di PLC dengan kondisi aktual pada *plant dua conveyor*.



**Gambar 4. 3** Hasil pengkabelan

## 4.2 Pengujian Sistem

Setelah proses pengkabelan selesai, langkah berikutnya adalah pengunduhan program dari PC/ laptop menuju PLC. Hasil dari uji sistem, semua proses otomatisasi pada *dua conveyor* berjalan sesuai perancangan yang telah dibuat.

Pada metode *sequence chart*, tombol *stop* tidak digambarkan dalam *sequence*, namun dikarenakan tombol *stop* harus dapat menghentikan semua proses maka di setiap switching function dari masing-masing relay ditambahkan tombol *stop* untuk mereset. Disamping itu tidak semua syarat dapat digambarkan ke *sequence chart*.

saat program dijalankan, tidak dapat berjalan sesuai dengan cara kerjanya dikarenakan logika tombol *start*, tombol *stop* dan sensor induktif logikanya terbalik. Ini dikarenakan modul input sensor dipasang secara sinking sedangkan tidak semua sensor bertipe sinking. Maka dari itu logika dari tombol *start*, *stop* dan induktif terbalik.

Saat pengujian program rejected, height ok material plastik atau logam secara terpisah, sistem dapat berjalan dengan sesuai, Namun saat digabungkan secara keseluruhan program dapat bekerja sesuai dengan cara kerjanya asal di tambahkan memori flag tambahan yg digunakan untuk memisahkan prosesnya seperti pada gambar 4.4



**Gambar 4. 4** Penambahan Flag



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Proses pembuatan konstruksi *ladder* diagram dengan menggunakan metode *sequence chart* untuk kontrol proses otomasi pada *dual conveyor* untuk proses seleksi dan perakitan menghasilkan :

1. Pemrograman menggunakan metode *sequence chart* dapat mempermudah dalam pembuatan *ladder diagram*. Namun *ladder* hasil pembuatannya sangat banyak (58 rung) dan juga syarat tertentu tidak dapat di tampilkan pada gambar *sequence chart*.
2. Metode *sequence chart* sangat cocok digunakan untuk memperbaiki dan mengupgrade sebuah sistem yang telah ada.
3. Untuk dapat mendukung pengolahan input dan output yang sudah ditentukan, pada pembuatan konstruksi *ladder* diagram di dalamnya digunakan 16 buah *timer*, 33 relay internal (memori) dan 2 buah alamat *flag*.
4. Hasil program *ladder* yang dibuat memiliki besaran total data 14KB. 6 Kb untuk .opt, 4 Kb untuk .bak dan 4 KB untuk .cxp.

#### **5.2 Saran**

1. Sebelum mengimplementasikan hasil program ke *plant*, lebih baik di cek dulu apakah seluruh sensor dan aktuator dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.
2. Usahakan penggunaan *power supply* disesuaikan dengan spesifikasi kebutuhan *plant*. Karena, kekurangan atau kelebihan spesifikasi dari *power supply* dapat mengakibatkan kurang sempurna proses.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

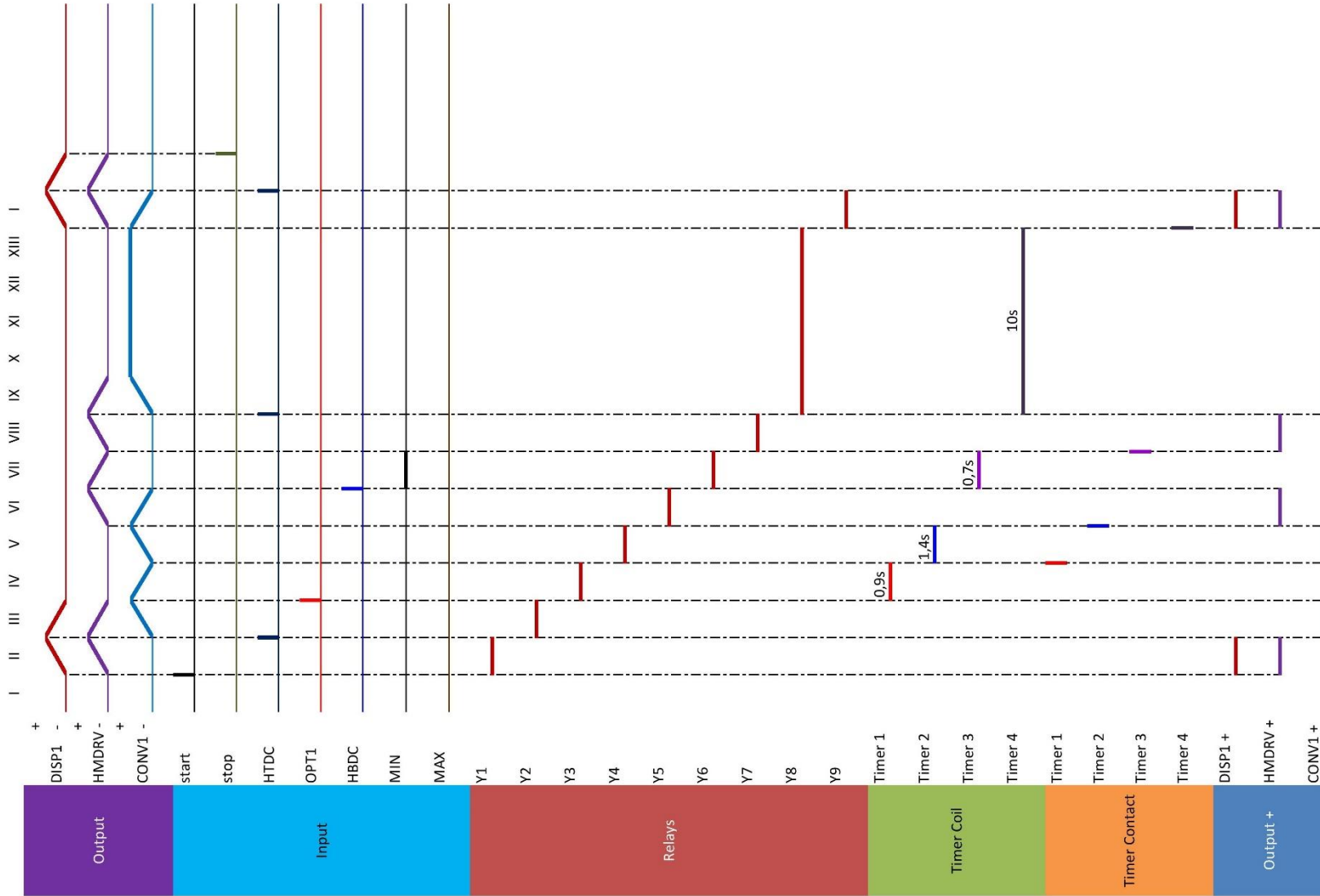
## DAFTAR PUSTAKA

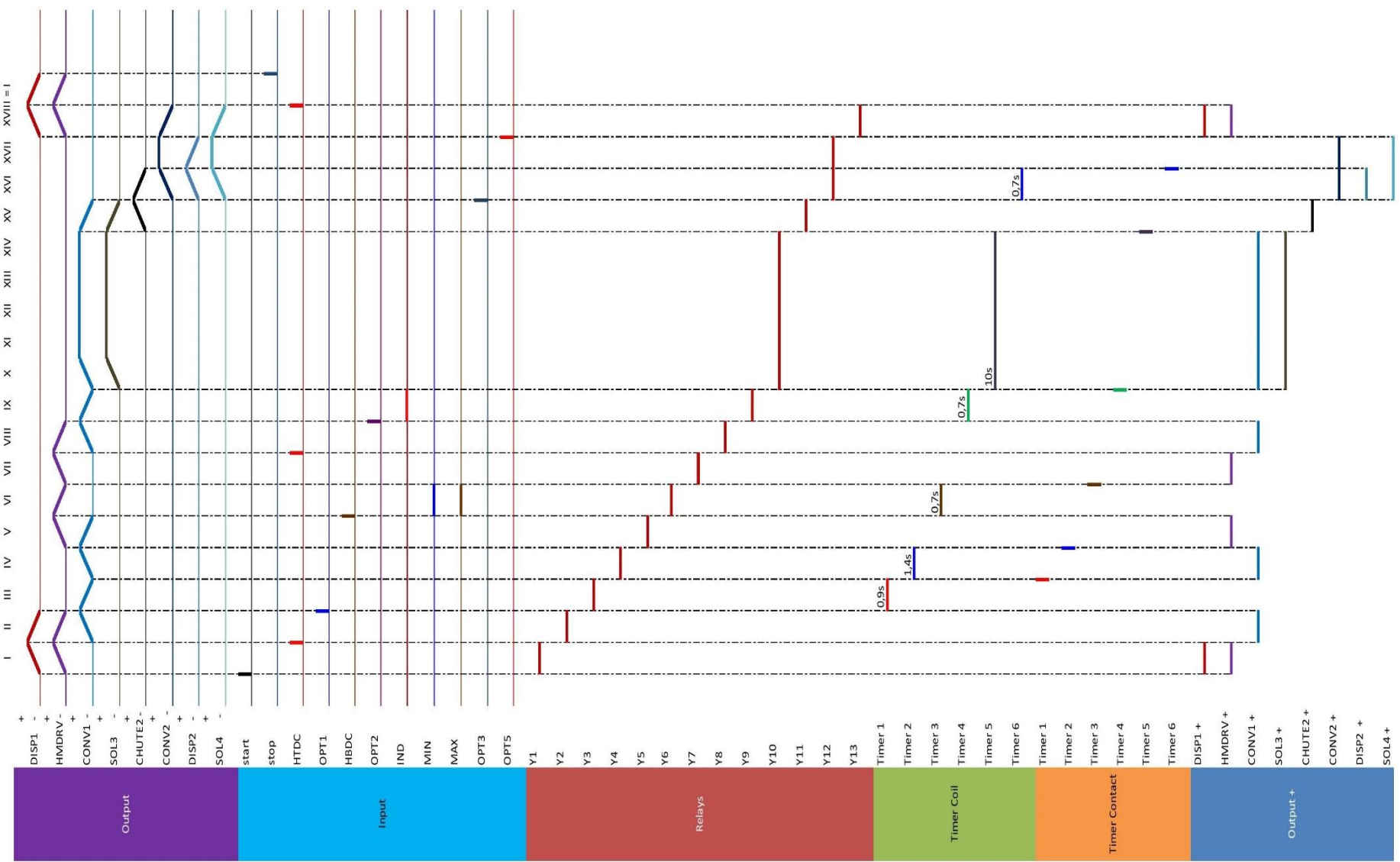
- [1] Anonim, Single Conveyor & Workcell Systems 34-001 to 34-004, Crowborough England: FI Ltd.
- [2] D. Persen, Industrial Automation : Circuit Design and Components, Israel: John Wiley & Sons, 1989.
- [3] C. Christos G dan L. Stephane, Introduction to Discrete Event System, New York: Springer Science and Bussines Media, 2008.
- [4] D. Michaud, "Typers Belt Conveyour," 26 05 2016. [Online]. Available: <https://www.911metallurgist.com/blog/types-belt-conveyor>. [Diakses 05 06 2018].
- [5] L. A. Direct, "Library Automation Direct," 2015. [Online]. Available: <http://library.automationdirect.com/sinking-sourcing-concepts/>. [Diakses 12 07 2017].
- [6] D. L. Meyzin, "Hit," [Online]. Available: <http://www.hit.ac.il/staff/leonidM/1F99L6.htm>. [Diakses 12 05 2017].
- [7] N. Instrument, "What Is the Difference Between the Terms Sinking and Sourcing?," National Instrument, 25 01 2002. [Online]. Available: <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/A10122C63A7F5C FE86256B4C007491DD>. [Diakses 09 06 2017].

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

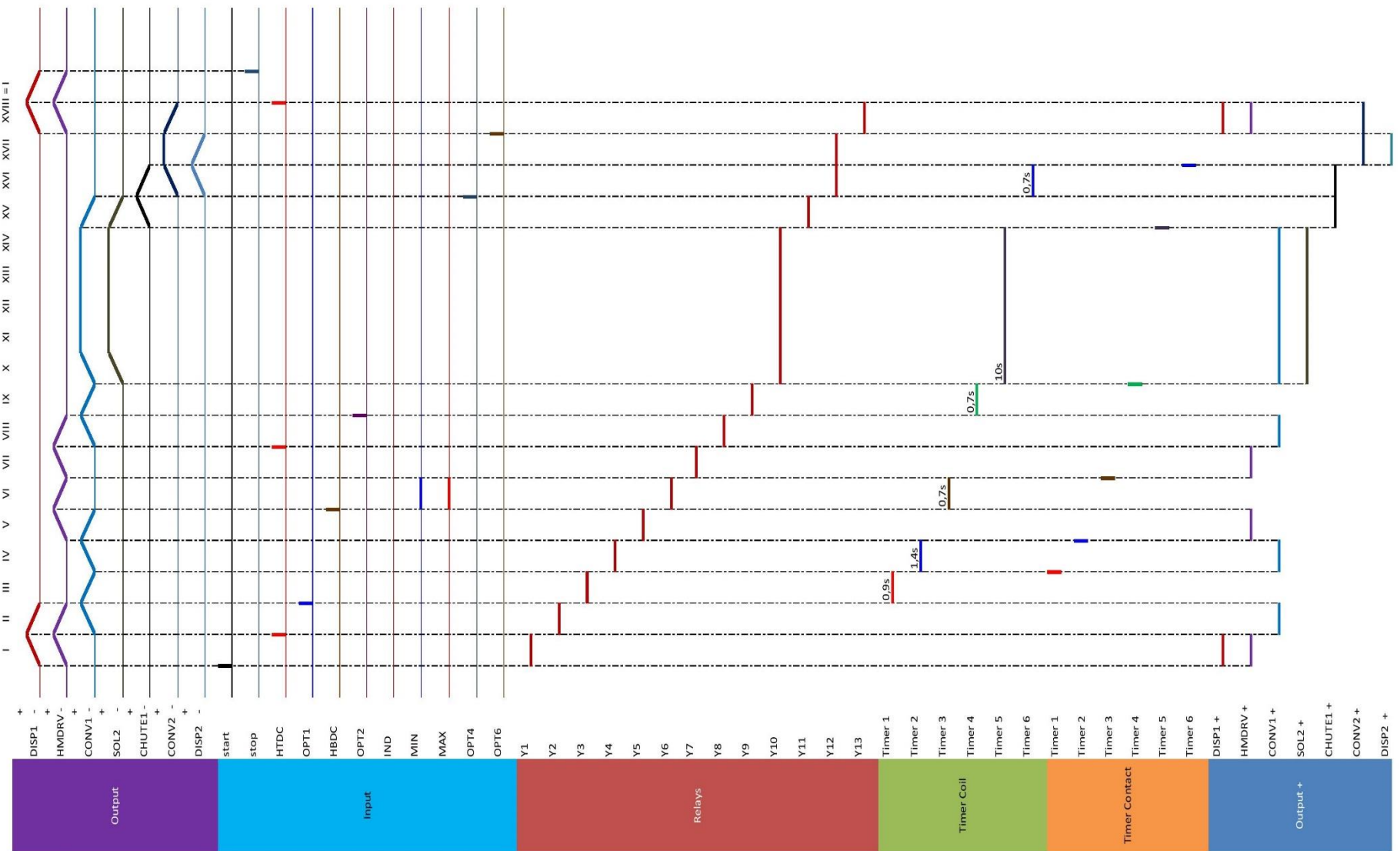
## LAMPIRAN

### Sequence Chart Rejected

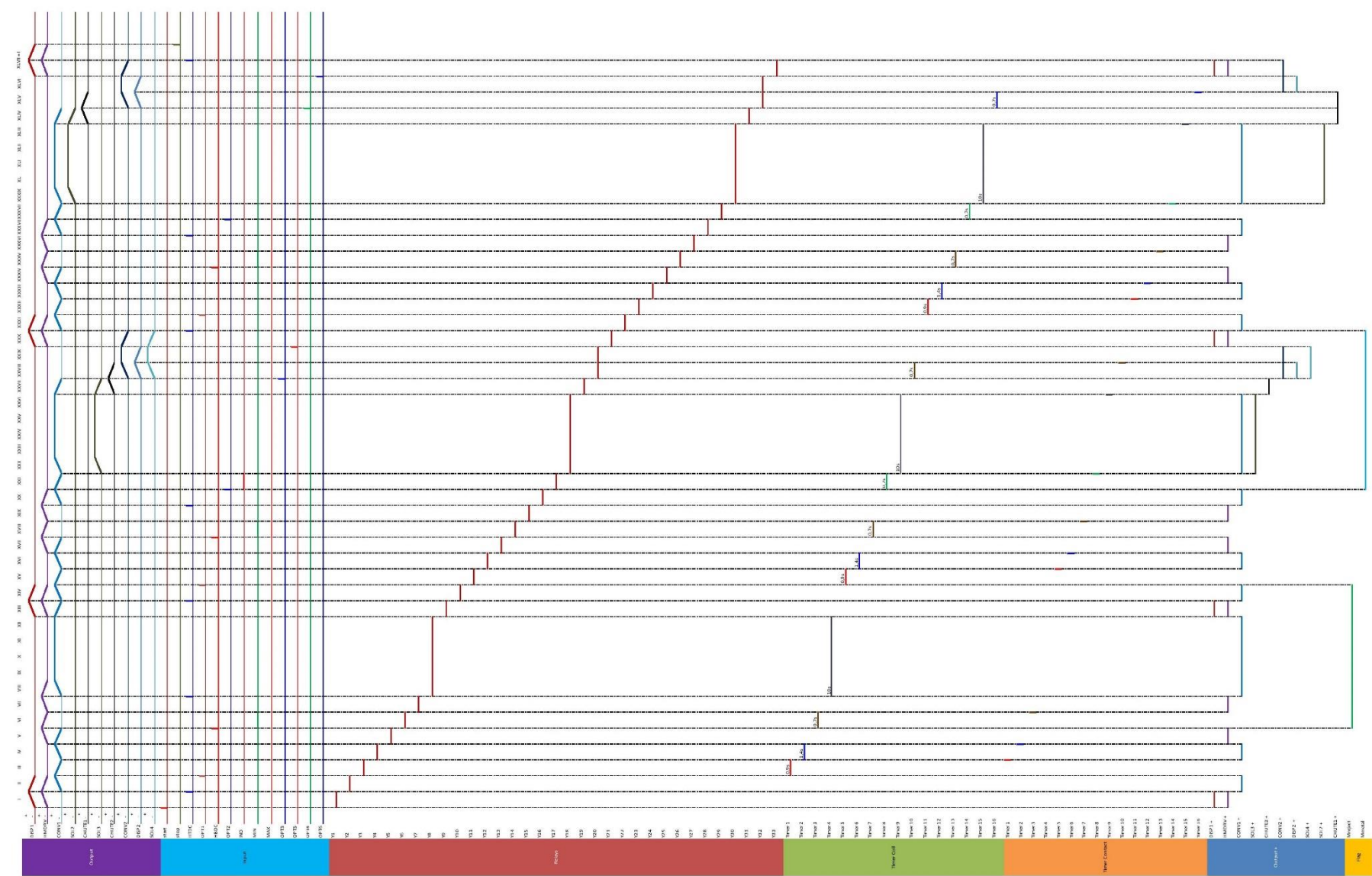




*Sequence Chart Height* ok Plastik



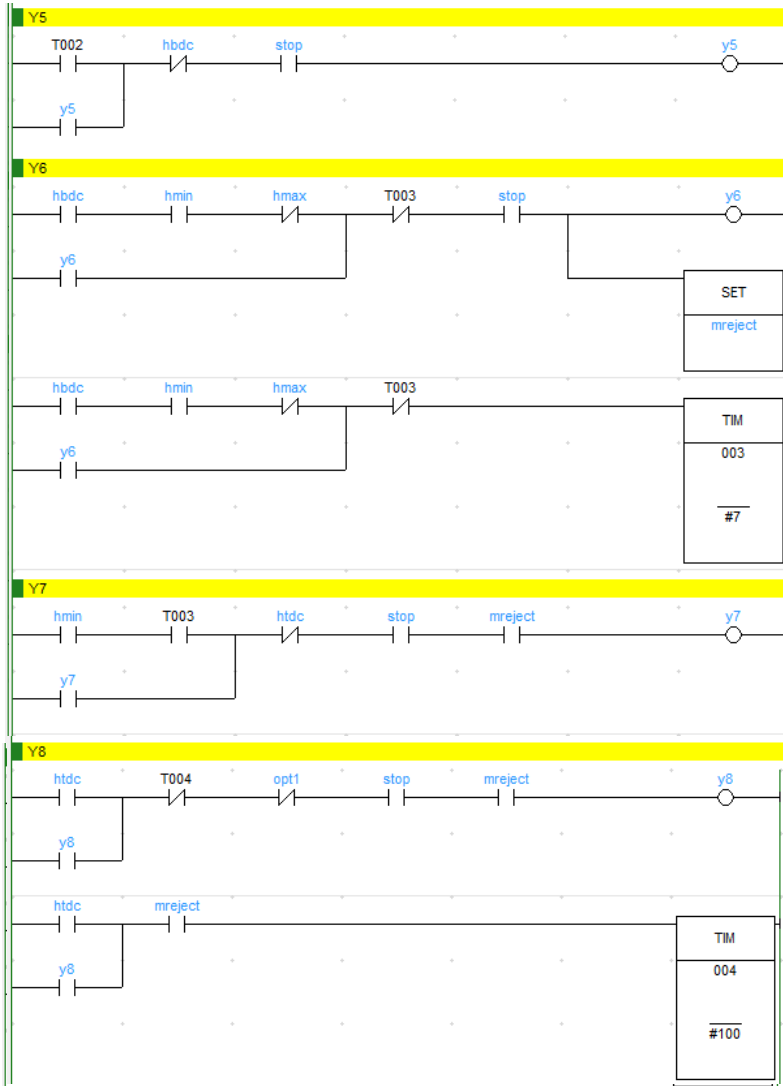
Sequence Chart Keseluruhan dengan Flag

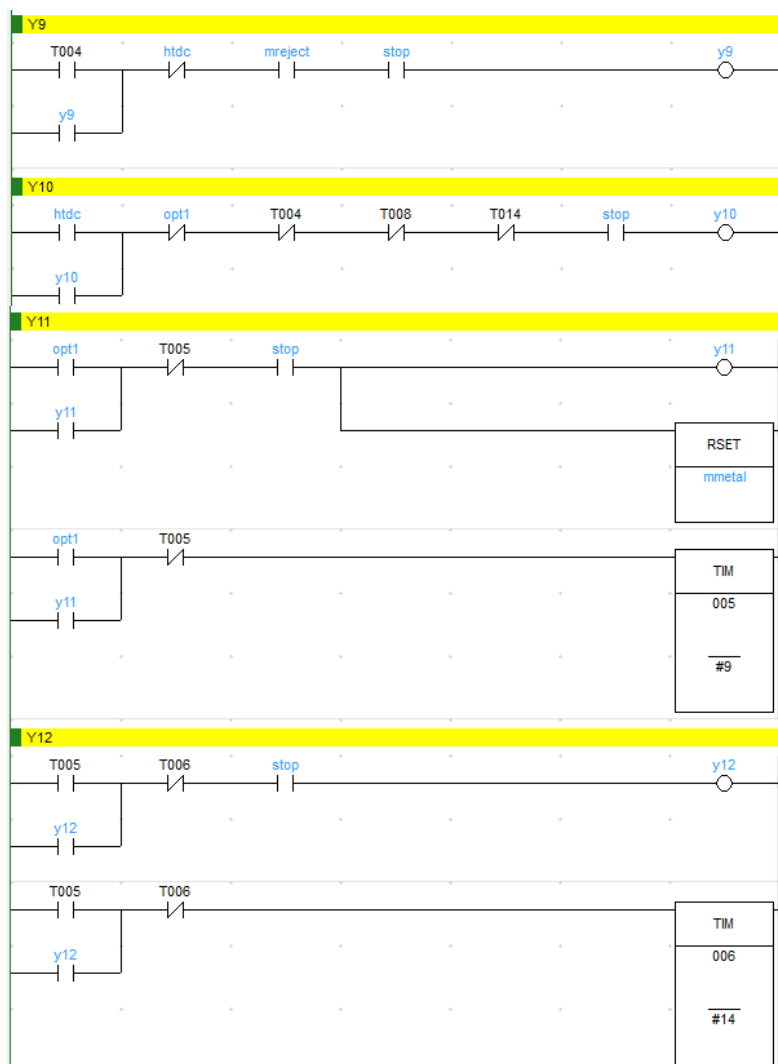


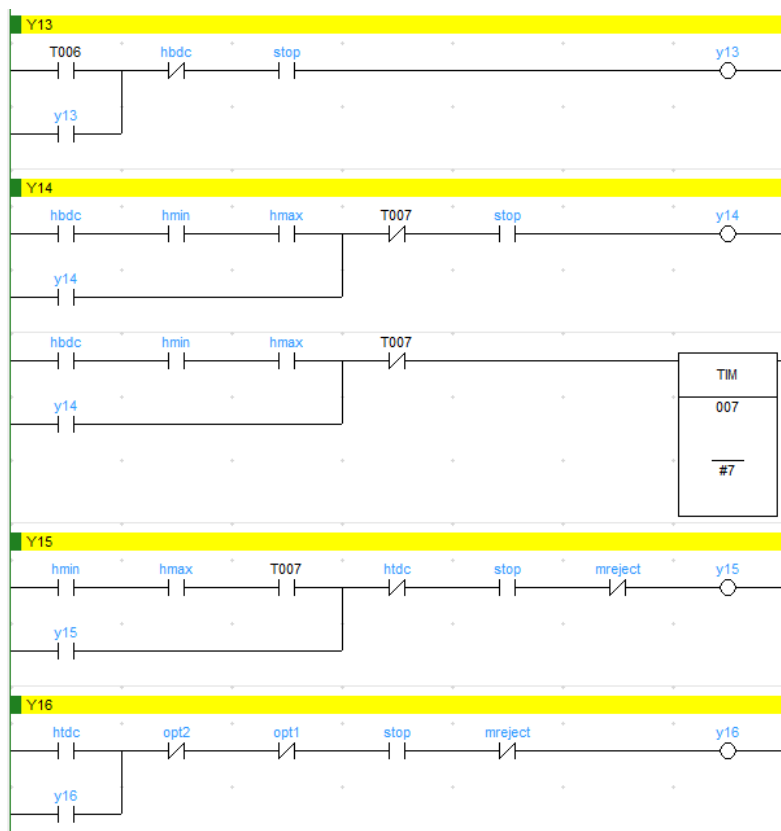


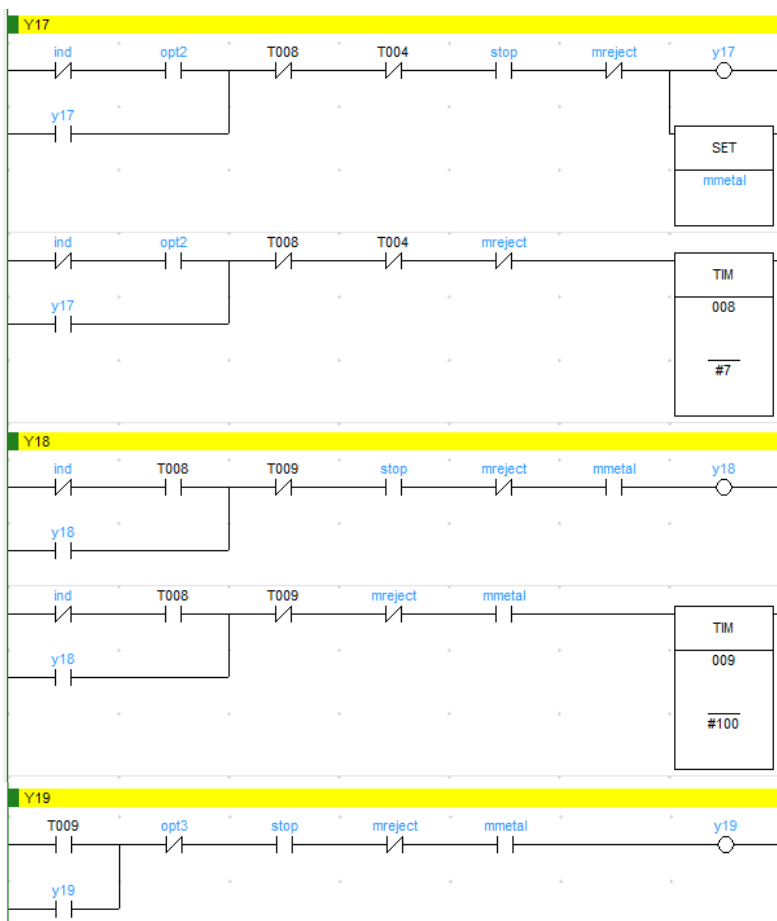
## Program Ladder Dual Conveyor

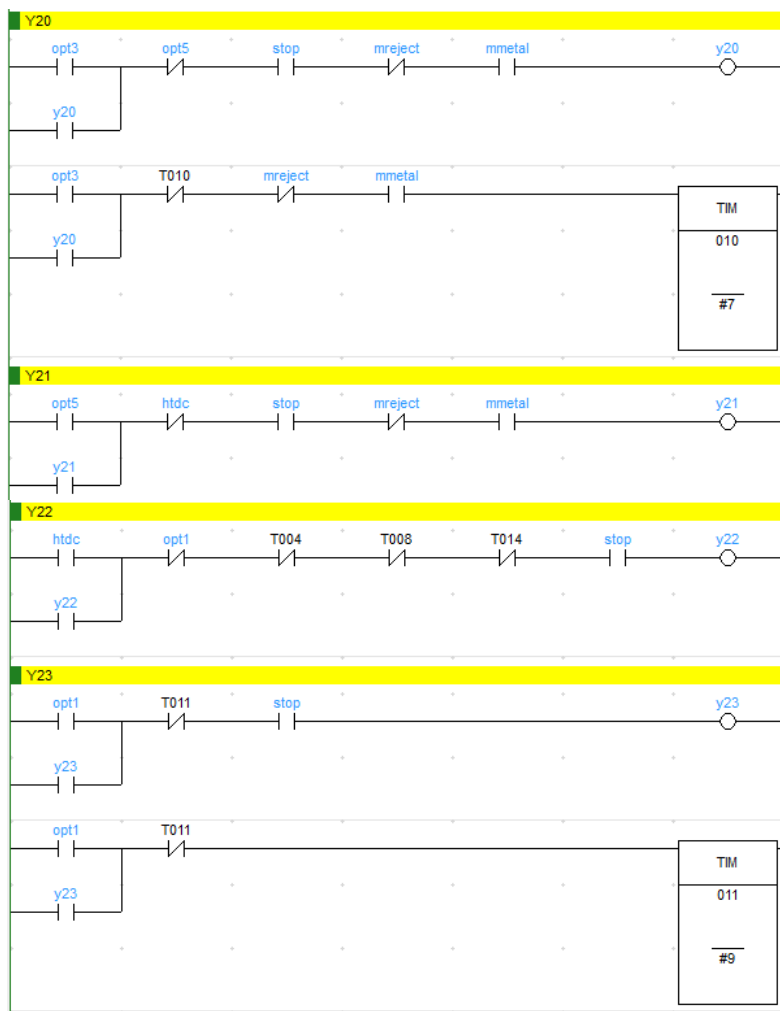
- Input dan relay

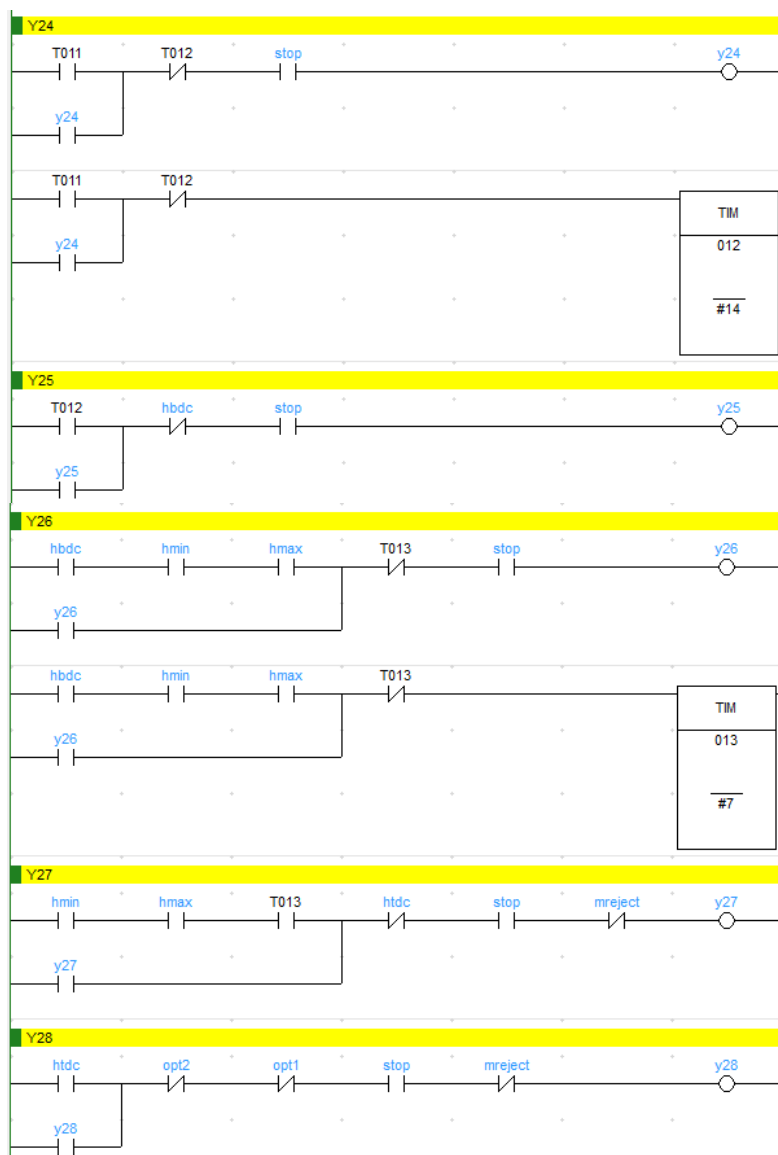








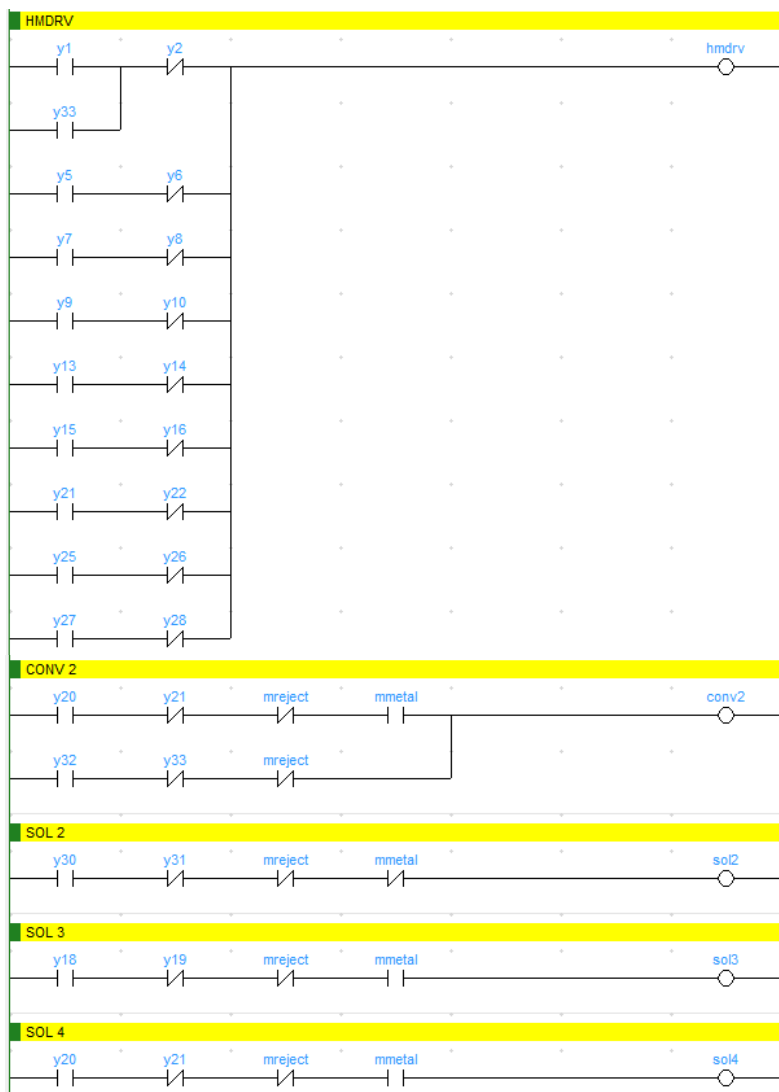


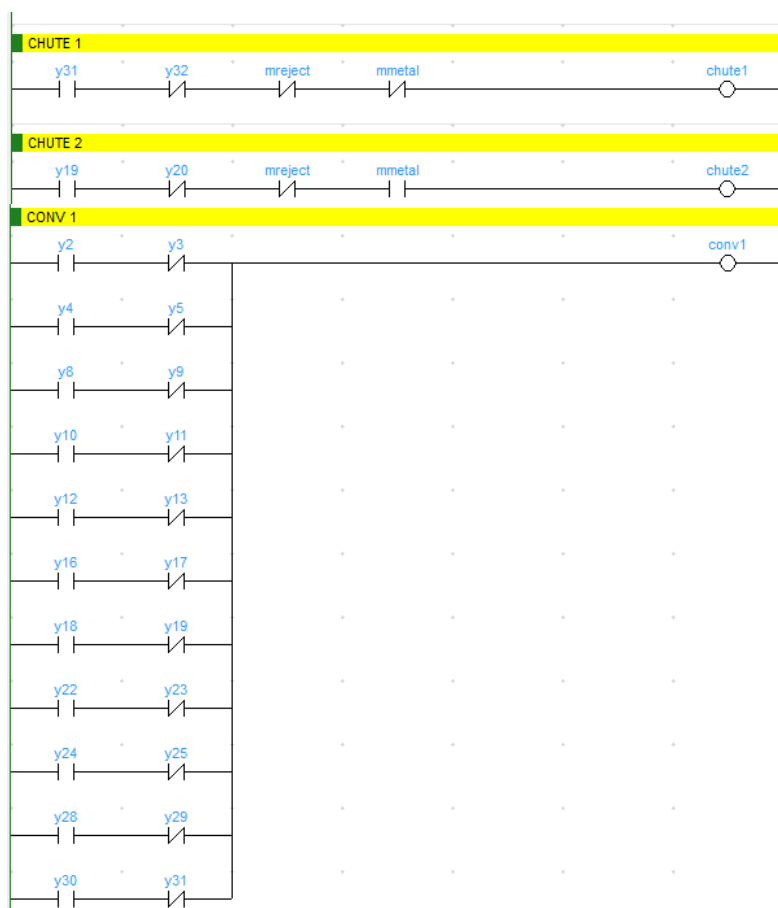




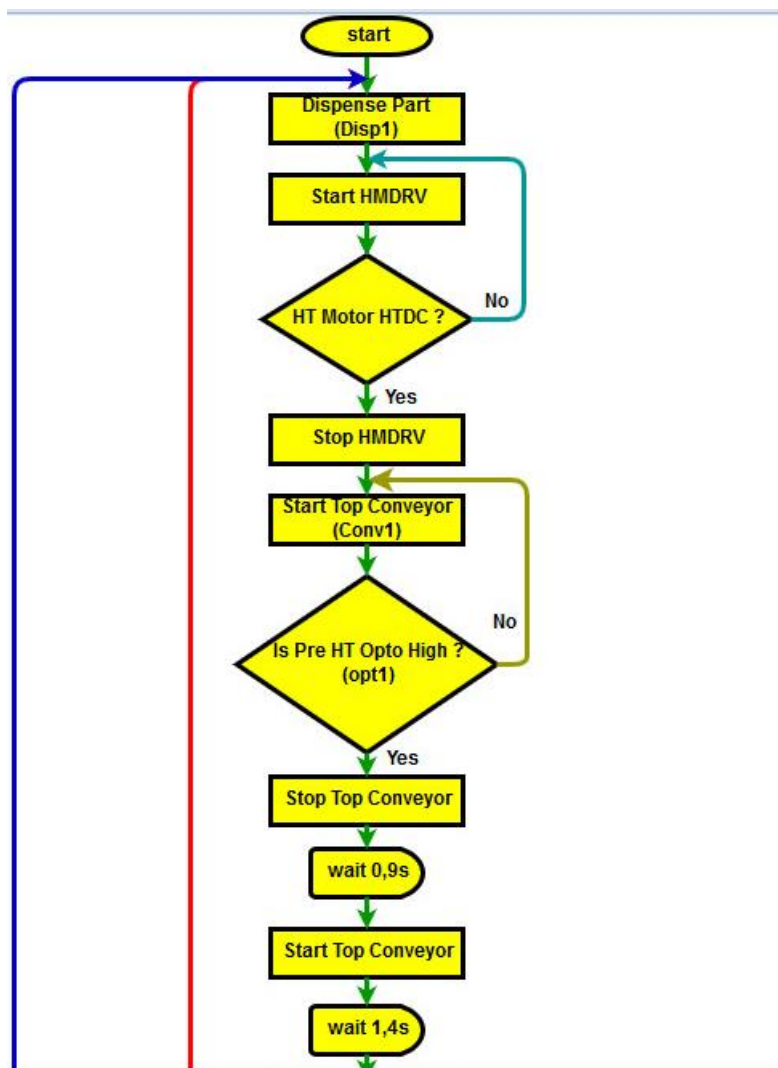


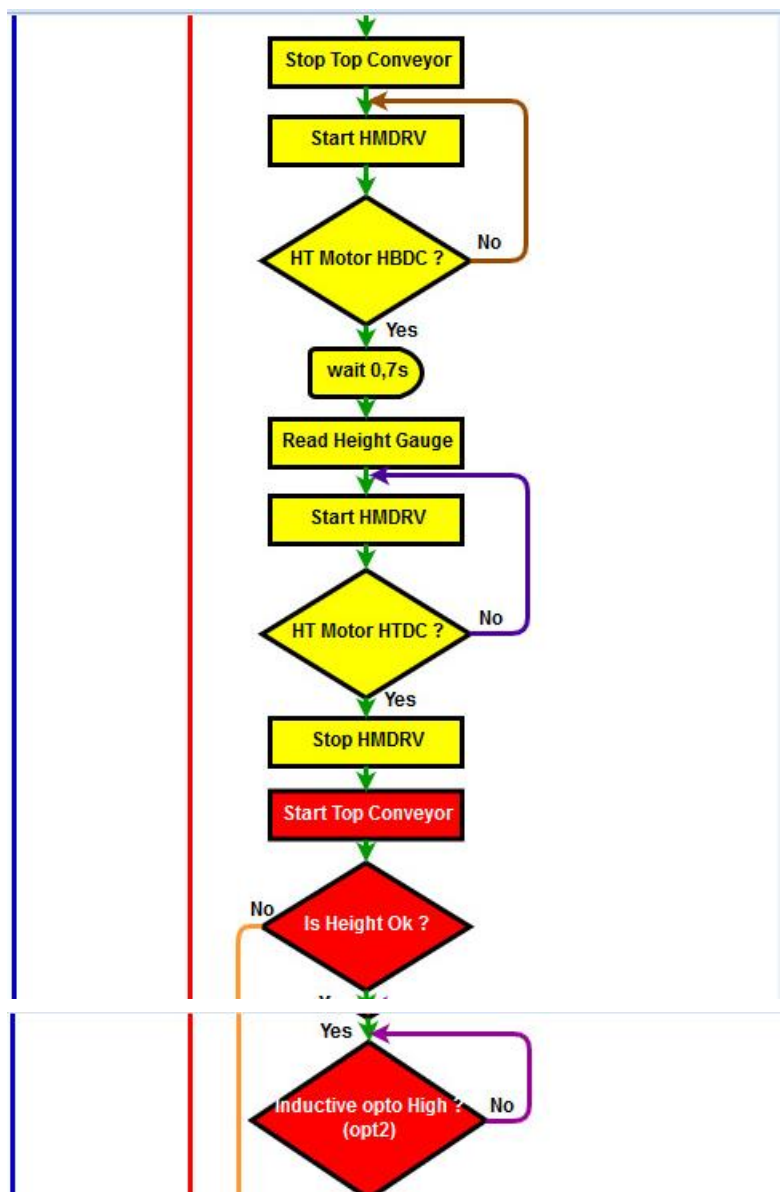


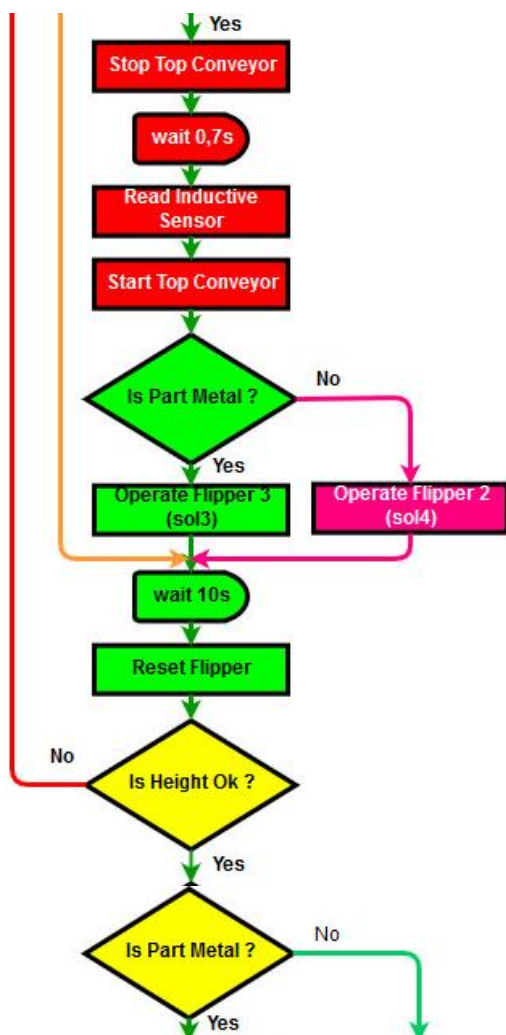


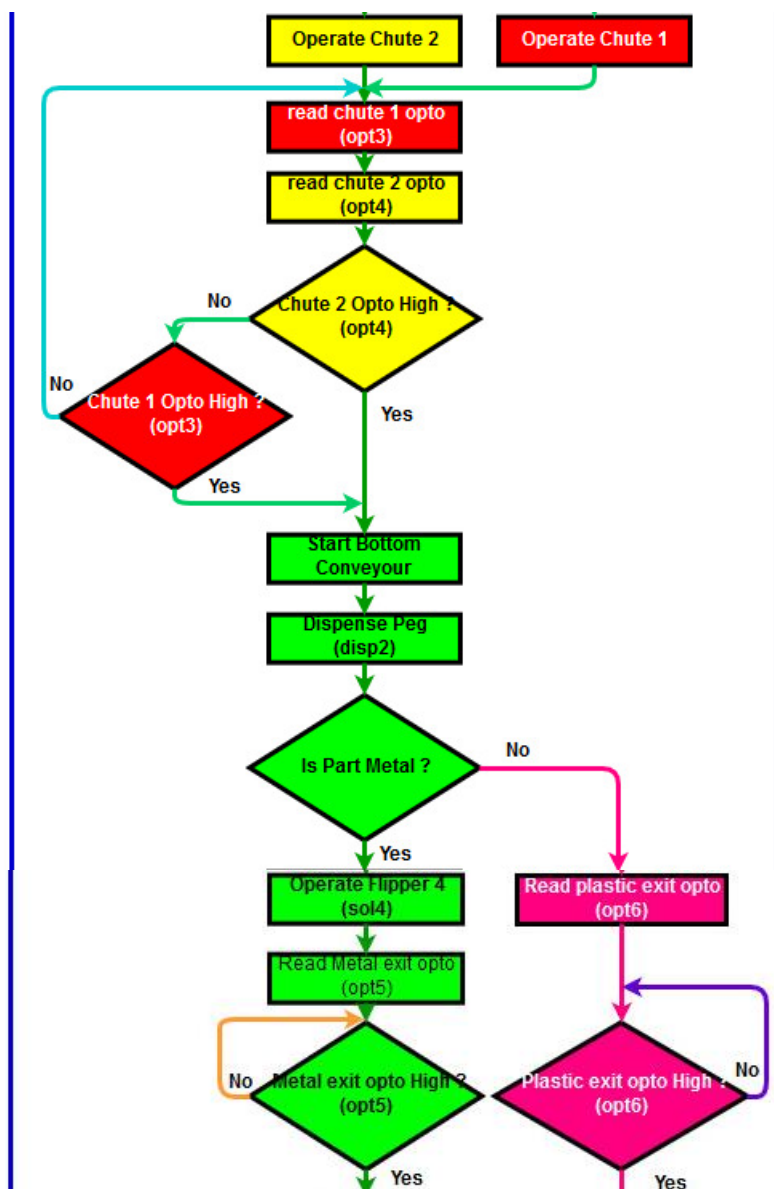


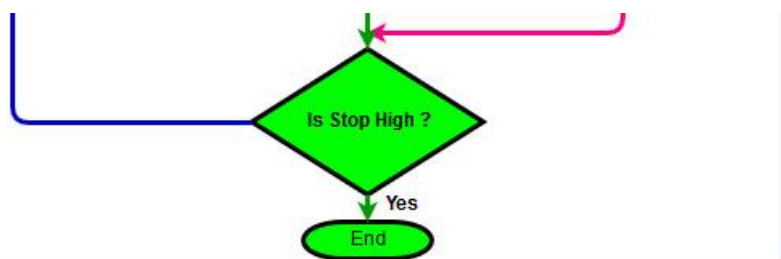
## Flowchart











*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*



## **RIWAYAT HIDUP**



Rizaldi Prakoso, lahir di Sampang pada tanggal 16 Mei 1993. Putra pertama dari pasangan ayahanda Samsul Hadi dan ibunda Lely Herawati. Setelah menempuh pendidikan formal di SDN Rongetengah 1 Sampang, SMP Negeri 1 Sampang dan SMA Negeri 1 Sampang, penulis melanjutkan melanjutkan studi Diploma 3 jurusan Computer Control di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan lulus tahun 2015. Kemudian melanjutkan kuliah Lintas Jalur Sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan mengambil Jurusan Teknik Elektro, Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*